

Formulaire de commande des publications et services d'ENET

N° des publications	Titre	Nombre

ENET offre des services spéciaux aux entreprises

- ☐ Assistance au développement de produits et à l'innovation de produit, par de nouvelles technologies
 ☐ Solution de problèmes d'actualité (assistance scientifique et technique)

Société, organisation:

Nom:
Prénom:

Adresse:

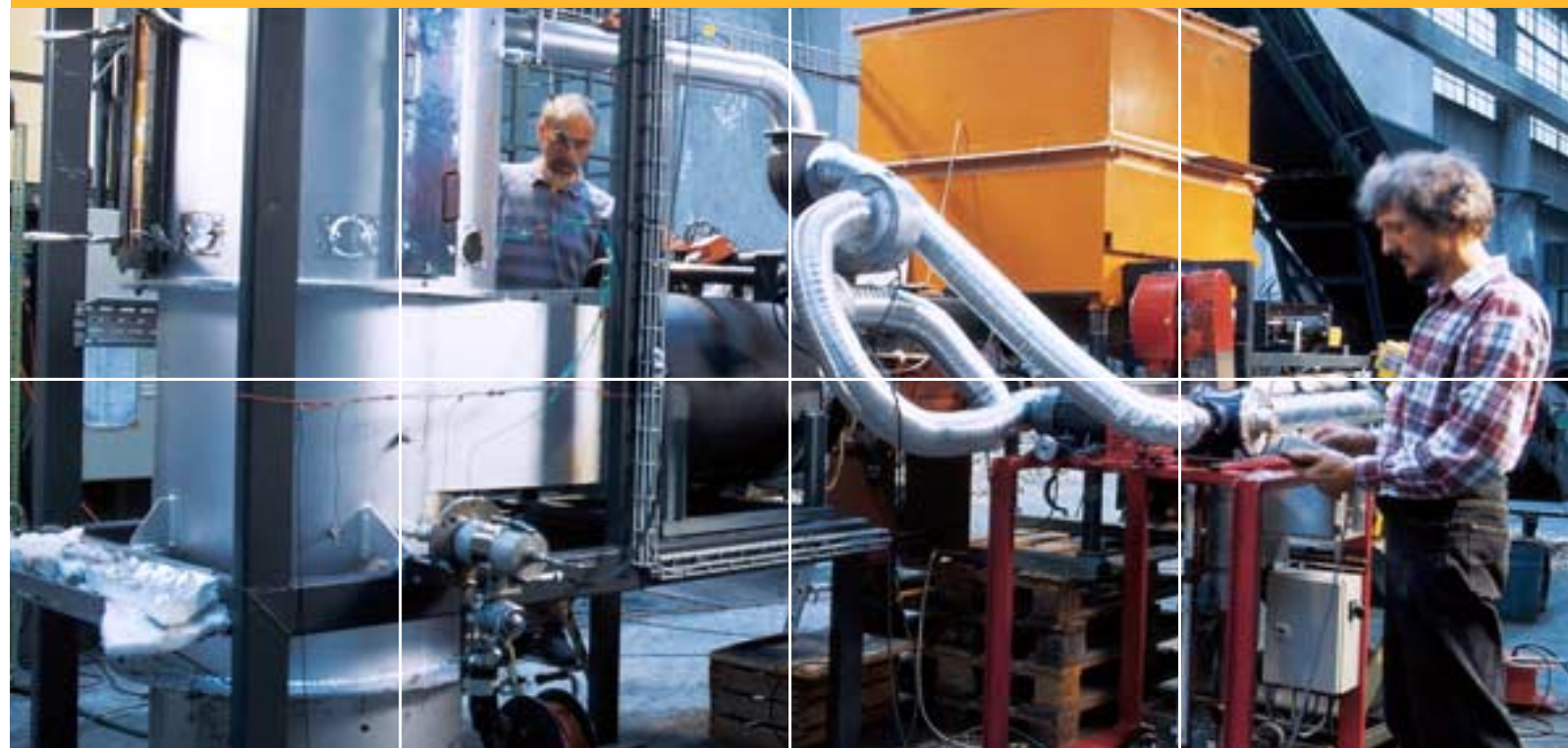
NPA:
Lieu:

Téléphone:
Téléfax:

E-mail:

Pour commander:

● Formulaire de commande (à faxer)
 ou
 ● Site Internet d'ENET: www.energieforschung.ch



Chimie solaire

L'hydrogène devient plus ensoleillé

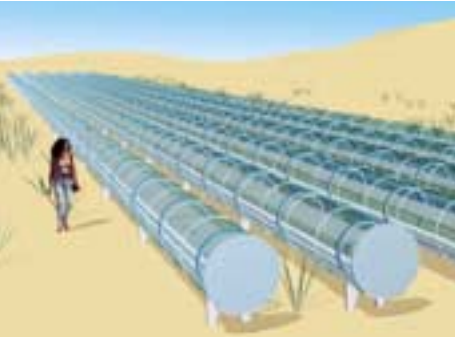
Bois

Tout feu tout flamme pour cette cause

Transports

Mobilité aux multiples facettes

www.energieforschung.ch

ENET	
Des informations récentes.....	3
OFEN	
Energie 2000 – Résumé des évaluations.....	4
CORE	
Rester dans la course	4
Fondements de l'économie énergétique	
Vue d'ensemble	5
Chimie solaire/Hydrogène	
L'hydrogène devient plus ensoleillé.....	8
Mettre en rapport des éléments	9
	
Photovoltaïque	
Le soleil brille partout.....	12
SUN21	
À la rencontre du soleil	13
Énergie solaire thermique	
Solar Combisystems.....	13
Chaleur ambiante	
Nouvelle pompe à chaleur pour les rénovations.....	14
Petits aménagements hydrauliques	
Informar et encourager	15
Énergie éolienne	
Modéliser au lieu de mesurer	16

Bois	
Tout feu tout flamme pour cette cause.....	17
La chasse aux particules	18
Ça chauffe au laboratoire !	20
Lothar souffle le chaud dans la maison.....	23
	
Géothermie	
Mûrs pour les îles.....	24
Biomasse	
Utiliser l'herbe de plusieurs façons	25
Systèmes pour le bâtiment	
Avant qu'il ne soit trop tard	26
Électricité	
Plus de réseaux, moins de courant	29
Piles à combustible	
D'une vague à l'autre avec la pile.....	30
Transports	
Mobilité: un projet devient cantonal.....	31
Des batteries tessinoises.....	32
Au service de l'homme en déplacement...	33
Rouler avec deux carburants	35
	
Coopération internationale	
Ensemble au lieu de "chacun pour soi".....	37
Nouvelles publications	38

Impressum

ENET-NEWS
Nouvelles de la recherche énergétique

Décembre 2000 / N° 46

Paraît quatre fois l'an en français et en allemand.

Éditeur
Office fédéral de l'énergie OFEN
Monbijoustrasse 74
CH-3003 Berne

Rédaction
ENET Communication
Jürg Wellstein
Parkstrasse 15
CH-4106 Therwil

Tél. +41 61 726 92 18
téléfax +41 61 726 92 11
enet.kommunikation@bro.ch

Traduction française
Jean-Marc Suter

Reproduction autorisée seulement avec l'indication de la source.

Papier sans chlore
Imprimé en Suisse.

Photo de couverture
Installation d'essai du Centre d'écologie de Langenbruck, destinée à l'étude de nouvelles techniques de combustion du bois déchiqueté.
(Photo: H. Grieder, Langenbruck)

De l'idée au produit

Il a toujours été important pour nous de montrer les rapports qui existent entre la recherche énergétique et l'utilisation durable de l'énergie. Le programme d'action Energie 2000 nous a permis de mettre en évidence un certain nombre d'aspects essentiels de ce cycle d'actions et de réactions, et d'opérer une sensibilisation à grande échelle en faveur des sources d'énergie renouvelables et de l'utilisation rationnelle de l'énergie. En outre, en restructurant l'Office fédéral de l'énergie, nous avons posé le fondement qui permettra de diriger efficacement le programme SuisseEnergie, le successeur d'Energie 2000. Ensemble, avec de nouveaux partenaires comme avec ceux, fort nombreux, qui ont marqué jusqu'ici de leur engagement et de leurs initiatives les nombreuses réalisations, nous nous efforçons d'atteindre les objectifs ambitieux du programme.



La recherche énergétique vise le long terme et doit s'orienter sur les données du futur. En général, un temps considérable s'écoule entre le projet de recherche et la commercialisation du produit. C'est pourquoi nous nous réjouissons chaque fois qu'une idée, très vague au départ, trouve le chemin des projets de recherche, des installations pilotes, puis de la commercialisation, au point de devenir finalement un élément absolument indispensable de notre vie quotidienne. L'un de nos devoirs les plus nobles est de maintenir ce processus en activité. Nous y travaillons.

Eduard Kiener
Directeur de l'Office fédéral de l'énergie

ENET: Des informations récentes sur la recherche énergétique

ENET sélectionne des informations en rapport avec la recherche énergétique et les offre au public intéressé. Les communications sont brèves et concises. Elles vous parviennent par courrier électronique, sélectivement et en fonction des événements. Sous www.energy-research.ch (Energy News Ticket), vous pouvez vous inscrire pour un ou plusieurs des thèmes suivants:

- Utilisation rationnelle de l'énergie**
 - Bâtiment
 - Transports
 - Stockage et transport de l'électricité
 - Accumulateurs
 - Utilisation de l'électricité (appareils)
 - Couplage chaleur-force
 - Piles à combustible
 - Combustion
 - Procédés (dans l'industrie, l'artisanat, l'agriculture, etc.)
- Sources d'énergie renouvelables**
 - Énergie solaire
 - Chaleur solaire (active, passive, stockage)
 - Photovoltaïque (cellules solaires et installations)
 - Chimie solaire (hydrogène compris)
 - Chaleur ambiante (pompes à chaleur)
 - Biomasse (bois, déchets, boues des stations d'épuration)
 - Géothermie
 - Énergie éolienne
 - Force hydraulique
 - Petits aménagements hydrauliques

- Énergie nucléaire**
 - Fission nucléaire
 - Fusion nucléaire
- Fondements de l'économie énergétique**
 - Écologie, société, environnement
 - Politique énergétique (scénarios, instruments, mesures à prendre)
 - Transfert de technologie

Annoncez-vous encore aujourd'hui pour pouvoir profiter de ce nouveau service de renseignement. Si vous avez des questions, adressez-vous à : enet@temas.ch

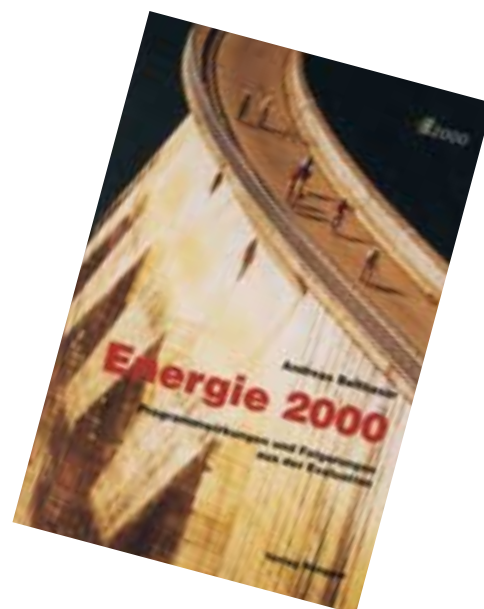
Energie 2000 – Résumé des évaluations

SuisseEnergie prendra sous peu la relève du programme d'action *Energie 2000*. Avec ses yeux d'aigle, Andreas Balthasar résume les évaluations des effets d'*Energie 2000* réalisées pendant la durée du programme. *Energie 2000* avait des objectifs précis, et le partenariat qu'il appliquait systématiquement a permis de réunir sous la même bannière les acteurs publics et privés. La quantification des objectifs a déclenché une dynamique remarquable. Par contre, les structures mises en place n'ont pas convaincu; elles ont été la source de conflits de compétences.

En ce qui concerne les changements de comportement visés au niveau de l'utilisation de l'énergie, on a pu constater que le succès passait par une combinaison d'obligations et d'interdictions, d'incitations financières et d'actions de motivation.

“Energie 2000 – Programmwirkungen und Folgerungen aus der Evaluation” résume systématiquement les 58 évaluations faites par des spécialistes indépendants.

www.energie2000.ch



Éditions Rüegger, Coire & Zurich, 2000
ISBN 3-7253-0679-6
www.rueggerverlag.ch

Rester dans la course

La COMmission fédérale pour la Recherche Énergétique (CORE) élabore le *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération*. Elle examine et suit les programmes de la recherche énergétique et diffuse les connaissances nouvellement acquises. Hans Rudolf Zulliger, président de la CORE depuis 1996, prend position sur la situation nouvelle créée par le rejet par le Peuple du volet énergétique des votations du 24 septembre 2000.

Quelles seront, pour la recherche, les conséquences de la décision populaire ces cinq prochaines années ?

Hans Rudolf Zulliger: La CORE aurait bien volontiers comblé de toute urgence certaines lacunes dans le domaine des sources d'énergie renouvelables et de l'utilisation rationnelle de l'énergie. Avec les quelque 10 à 15 millions de francs en plus qui auraient été mis à la disposition de l'OFEN pour la recherche énergétique, on aurait ainsi dégagé, par un effet d'entraînement, quelque 30 à 40 millions de francs en moyens publics pour la recherche. Cela représente presque autant que les coupes de ce budget pendant ces cinq dernières années. Maintenant, le risque est bien réel de perdre pied dans la course internationale,

par exemple, dans le domaine du photovoltaïque. C'est une chance que nous ne devrions pas laisser passer !

Quelles sont vos recommandations en ce qui concerne les priorités à définir si l'on veut agir raisonnablement malgré les rigueurs de ce cadre budgétaire ?

Bien entendu, le budget que nous avons présenté ne comptait pas sur la rallonge citée. Nous allons mettre l'accent, comme prévu, sur les deux domaines mentionnés plus haut, mais avec des moyens réduits. Nous faisons tout notre possible pour que notre production et notre consommation d'énergie deviennent durables.

Le Parlement se prononce en ce moment sur le budget de la recherche. Quelle recommandation souhaitez-vous donner à ce sujet aux élus du Peuple ?

À cause de la nouvelle orientation des EPF vers les sciences de la vie, le danger d'une nouvelle réduction du budget de la recherche énergétique est réel. Cependant, nous n'avons pas le droit d'oublier que notre économie est sensible au prix du pétrole. En premier lieu, ces prix augmenteront à cause de décisions politiques et, plus tard, lorsque des goulets d'étranglement pren-

dront naissance au niveau de la production. Si nous voulons faire quelque chose en faveur de notre économie, il nous faut absolument réduire sa vulnérabilité résultant de sa dépendance unilatérale du pétrole. Parallèlement, les idées évoluent et plus personne, ou presque, ne met en doute aujourd'hui la relation entre les émissions de CO₂ et les changements climatiques. À part cela, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les particules de suie sont des polluants qui menacent notre santé. Voilà des arguments supplémentaires pour réduire notre dépendance des produits pétroliers ! Il faut ici mentionner encore le gaz naturel, le méthane et d'autres substances qui, de plus, attaquent la couche protectrice d'ozone de la haute atmosphère. L'augmentation massive du prix du pétrole observée récemment a aussi des conséquences sociales.

Par exemple, les routes ont été bloquées par des camionneurs. On voit bien ici comme nous sommes vulnérables au chantage, et cela n'est qu'un petit avant-goût de ce qui risque d'arriver quand le pétrole se raréfiera vraiment. Tous ces arguments sont aussi importants les uns que les autres et nous confortent à poursuivre dans la voie des sources d'énergie renouvelables.

Vue d'ensemble grâce à des comparaisons

Évaluation de la politique énergétique à l'aide d'indicateurs appliqués à certaines dispositions prises par les Cantons

Sven Frauenfelder
c/o Linder Kommunikation SA
CH-8030 Zurich

Ruedi Meier
Chef du programme
Fondements de l'économie énergétique de l'OFEN
c/o Bolligenstrasse 14 b
CH-3006 Berne

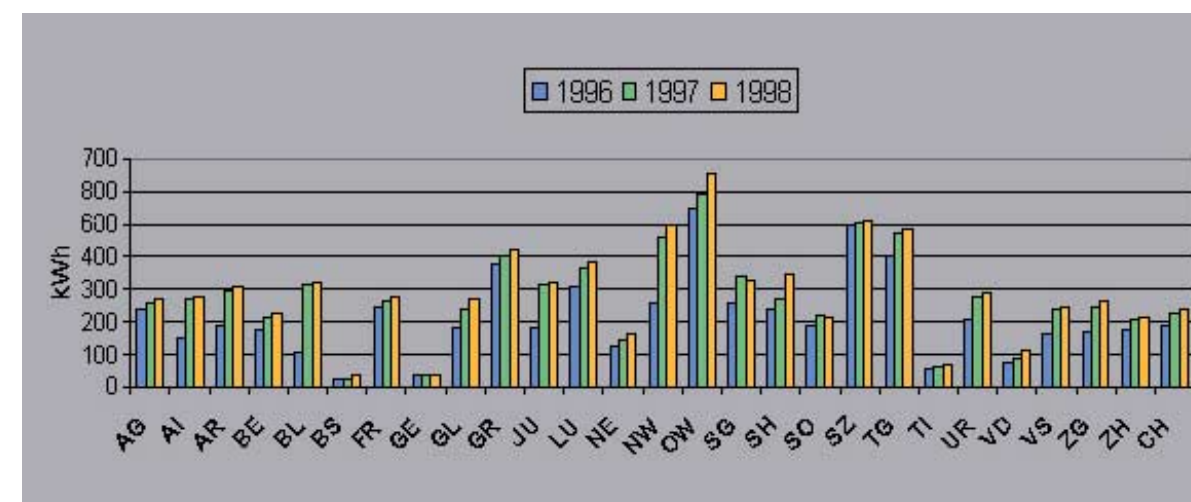
Comme toute politique, la politique énergétique de la Confédération et des Cantons se mesure à ses résultats. Par l'article constitutionnel sur l'énergie, la Confédération a fixé ses objectifs généraux, puis les a concrétisés par le programme d'action *Energie 2000*. De même, de nombreux objectifs figurent dans les lois et programmes cantonaux en matière d'énergie. Les instruments de politique énergétique utilisés doivent être aussi efficaces que possible, dans les deux sens de cet adjectif: il s'agit bien sûr d'abord d'atteindre les objectifs, mais pas à n'importe quel prix; il faut que le rapport coût/bénéfice reste acceptable. D'où la nécessité de procéder à des évaluations de cette efficacité, et de corriger le tir, le cas échéant, au niveau des dispositions prises.

En automne 1996, une enquête a montré que ces évaluations n'avaient lieu que ponc-

De son côté, le groupe de travail “Évaluation” de la Conférence des services cantonaux de l'énergie vient de lancer différents projets pour en savoir plus. L'un d'eux concerne les indicateurs applicables à certaines mesures prises par les Cantons.

Des indicateurs pour une évaluation objective

Il est difficile, du point de vue méthodologique, et même souvent très coûteux, de saisir toutes les données en rapport avec les effets de la politique énergétique des Cantons. C'est pourquoi on a défini des indicateurs qui renseignent sur l'évolution dans plusieurs domaines. Ainsi, par exemple, la puissance des chaudières à bois installées donne des indications à la fois sur la quantité de bois-énergie brûlé et sur les effets des mesures financières d'encouragement.



tuellement pour les politiques énergétiques cantonales, sans ou avec trop peu de systématique. La Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie vient d'inscrire à son programme “l'évaluation systématique de la politique énergétique des Cantons et la rédaction de rapports périodiques (audit, benchmarking, assurance de la qualité)”.

C'est là que la comparaison des résultats entre Cantons est très utile. Pour cela, on ramène généralement ces indicateurs à un dénominateur commun en divisant par la population de chaque Canton les grandeurs considérées. Il ne faut pas comprendre ce benchmarking comme essentiellement destiné à l'établissement d'un palmarès. Au

Diagramme comparatif de l'énergie produite par les installations de chauffage au bois décheté, en kWh par habitant.

La politique énergétique entre durabilité et libéralisation

Les problèmes que posent l'énergie et l'environnement ne peuvent être résolus seuls; il faut toujours tenir compte en même temps des contraintes économiques et sociales. Le développement durable est ainsi devenu une sorte de fil conducteur de la politique moderne de l'énergie et de l'environnement. En mettant sur pied son forum "La politique énergétique entre durabilité et libéralisation", l'Université de Fribourg a voulu jeter plusieurs éclairages différents sur ce thème controversé.

Dans cette publication, des représentants de différents milieux politiques, économiques et scientifiques présentent leurs arguments. Sebastian Schnyder précise le cadre, qui a pour noms durabilité, libéralisation et mandat de la Constitution fédérale. Hans-Luzius Schmid, directeur suppléant de l'Office fédéral de l'énergie, donne un aperçu de la politique énergétique de la Confédération et des objets de politique énergétique actuellement en discussion.

Peter Bodenmann, ancien conseiller d'État, hôtelier à Brigue, parle d'une rapide libéralisation et d'une (de sa) conception exemplaire du marché libéralisé de l'électricité. René Buholzer, du Vorort, pose la question du bien-fondé de nouveaux impôts et subventions. Anton Bucher, directeur de l'UCS, explique l'approvisionnement de la Suisse en électricité.

Beatrice Landgraf, de l'entreprise Interwind, présente les lois et les mesures d'encouragement en vigueur en Europe et en tire des recommandations pour la Suisse. Charles Olivier, de Synetrum SA, et Louis Schlapbach, de l'Université de Fribourg, jettent un regard sur l'avenir. Ils présentent des visions qui pourraient bien devenir prochainement réalité, avec des technologies de haut rendement et de nouveaux matériaux.

Pour commander:
www.unifr.ch/environ



Les problèmes posés par l'énergie et l'environnement ne peuvent être résolus qu'en tenant compte simultanément des contraintes économiques et sociales. Le parc d'éoliennes du Mont-Crosin. (Photo: A. Pfluger, Bienne)

contraire, cette méthode doit permettre de comprendre la raison des différences observées et montrer l'efficacité des mesures prises par les Cantons.

Premiers dépouillements

Les données nécessaires au calcul des indicateurs sont empruntées aux statistiques

disponibles ou résultent de relevés cantonaux. Déjà 22 cantons ont pris part à la seconde série de relevés. Ce sont 24 indicateurs qui ont servi à sonder des aspects particuliers d'une sélection de dispositions cantonales en matière d'énergie. Illustrons la méthode adoptée en nous servant de l'exemple de "l'énergie produite par les chaudières au bois déchiqueté".

Le tableau des valeurs cantonales montre que, dans cinq cantons ruraux (OW/NW, SZ, TG, GR, LU), l'énergie thermique produite, par habitant, par les chaudières au bois déchiqueté est deux à trois fois supérieure à la moyenne suisse, qui se monte à environ 200 kWh par tête. À l'opposé, il n'est pas surprenant de trouver des valeurs très faibles pour Bâle-Ville et Genève, deux cantons-villes. Les programmes d'encou-



Loisirs, trafic et développement durable

Dans le cadre du Programme national de recherche 41 : *Transports et environnement*, le thème "Loisirs, trafic et développement durable" a été abondamment développé. Les loisirs engendrent près de 60% de l'ensemble du trafic en Suisse, tandis que, par ailleurs, 40 milliards de kilomètres-personnes environ sont parcourus à l'étranger, principalement en avion. L'étude de recherche les facteurs principaux et les conditions cadres qui déterminent ces trafics, et montre leur dépendance réciproque, comme, par exemple, le fait que le domicile et le lieu où l'on passe ses loisirs déter-

minent par avance le choix du moyen de locomotion.

Les billets combinés mis sur pied par la foire spécialisée Orbit et la Foire de Bâle, ainsi que des dispositions particulières, comme la gestion des places de parc, servent d'études de cas. Si l'on considère le grand nombre de manifestations semblables et de foires, on peut affirmer que ces dispositions pourront encore être reprises de nombreuses fois ailleurs. La gestion globale du trafic engendré par les manifestations mérite d'être mieux connue et appliquée plus fréquemment.

Le bilan montre non seulement qu'il y a place pour un trafic de loisirs durable, mais encore que des mesures efficaces peuvent être prises pour soutenir les objectifs écologiques, économiques et sociaux de durabilité.

Loisirs, trafic et développement durable
Ruedi Meier

www.ruedimeier.ch

Éditions Rüegger, Coire & Zurich, 2000

www.rueggerverlag.ch

ragement des différents cantons n'expliquent pas à eux seuls les différences; l'importance de l'industrie de transformation du bois est aussi déterminante, car de nombreuses entreprises ont installé ces dernières années des réseaux locaux de chauffage pour pouvoir valoriser leurs déchets de bois. Et puis, en Suisse romande, les chaudières au bois déchiqueté n'ont pris de l'importance que récemment (par exemple, les programmes promotionnels de NE et de FR), ce qui fait que ce type d'utilisation de l'énergie y est encore relativement peu fréquent.

À côté des indicateurs retraçant l'évolution des divers agents énergétiques (par exemple, le gaz naturel, le biogaz, ou les rejets thermiques des usines d'incinération) ou des diverses techniques (tel le couplage

chaleur-force), d'autres indicateurs se rapportent aux "quantités produites" par la politique énergétique cantonale (investissements dans les installations pilotes, subventions accordées aux sources d'énergie renouvelables, nombre des documents d'information distribués, etc.). Nous n'en sommes qu'au début du dépouillement. Il faudra des données sur de longues périodes ainsi que l'analyse détaillée des différences observées d'un canton à l'autre avant de pouvoir expliquer de manière plausible les évolutions différentes.

Le rapport "Indikatoren zu ausgewählten kantonalen Energiemassnahmen – 2. Auswertung" peut être commandé à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

valerie.zwahlen@bfe.admin.ch

Liens internet

Renseignements sur le programme de recherche de l'OFEN "Fondements de l'économie énergétique".
www.ewg-bfe.ch

L'hydrogène devient plus ensoleillé

L'intégration des connaissances est la source d'une foule d'applications

Armin Reller

Chef du programme
Chimie solaire/
Hydrogène de
l'OFEN

L'objectif de la recherche en chimie solaire est de convertir efficacement le rayonnement solaire en énergie utilisable dans des procédés industriels et de produire ainsi des agents énergétiques chimiques tels que l'hydrogène, le méthanol ou des métaux.

Alphons

Hintermann

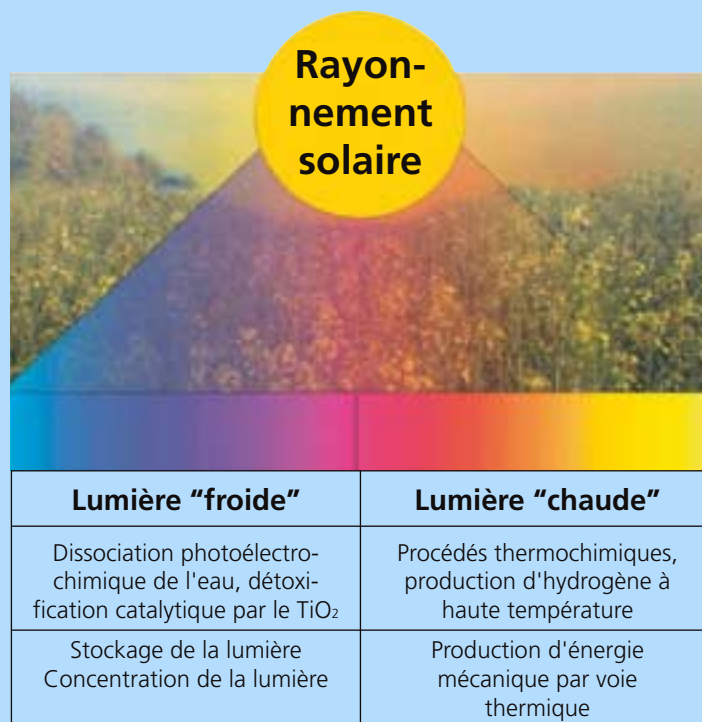
Responsable du
domaine
Chimie solaire/
Hydrogène de
l'OFEN

Des synergies élargissent les possibilités d'utilisation de la chimie solaire

Dans le monde entier, on a fait d'immenses progrès ces dernières années dans la recherche scientifique de base et dans les développements relevant du génie chimique en rapport avec la conversion efficace de l'énergie solaire en des formes d'énergie utilisables. Alors qu'au début la production, le stockage et le transport de cette énergie se trouvaient seuls au centre des préoccupations, nous assistons aujourd'hui à un processus d'intégration des différents aspects dans le but délibéré de tirer parti des nombreuses applications possibles. Il s'ensuit que les possibilités de synergies technologiques et économiques sont de plus en plus importantes en génie chimique solaire. En analysant les expériences faites et les procédés et applications connus et en procédant par recoupement, on découvre le potentiel immense des applications du futur.

De la tradition au rayonnement solaire

Traditionnellement, l'hydrogène est produit, par exemple, par la réduction de l'eau à l'aide de charbon, par des procédés pétrochimiques ou par l'électrolyse de l'eau. L'éventail des applications de l'hydrogène est très large, du carburant à la substance de base pour l'industrie chimique ou pétrochimique, ou encore comme gaz de remplissage des ballons. L'hydrogène étant un agent énergétique secondaire, qu'on devrait donc produire dans la mesure du possible au moyen de sources d'énergie renouvelables, sa synthèse à l'aide de l'énergie solaire est une option particulièrement attractive et favorable à l'environnement. Il faut distinguer ici entre l'utilisation de la partie



"chaude" et celle de la partie "froide" de la lumière, qui peuvent d'ailleurs être combinées. D'un côté, les systèmes photoélectrochimiques dissocient l'eau à la température ambiante et produisent directement de l'hydrogène. De l'autre, la chimie solaire à haute température permet la fabrication, avec un bon rendement, de nombreux produits techniquement intéressants, par dissociation thermochimique de l'eau ou par tout autre procédé thermochimique. On peut notamment produire de la chaux et du ciment par calcination des roches et terres adéquates, des métaux par réduction de minerais (par exemple, du zinc), des céramiques pour divers usages, et des nanotubes de carbone employés comme nouveaux milieux de stockage.

L'intégration et la synthèse des connaissances et des procédés conduit à de nombreuses possibilités nouvelles d'utilisation du rayonnement solaire.

Mettre en rapport des éléments

Utilisation directe du rayonnement solaire pour l'adduction d'eau décentralisée

L'histoire du développement de l'entreprise Bomin Solar Research Sàrl à Lörrach, qui fait partie de Bomin Solar Holding à Zoug, est celle d'innovations relevant de la physique et de l'électronique, en particulier pour les applications spatiales. Cette équipe de chercheurs s'est spécialisée dans la mise au point de systèmes héliotechniques avancés mettant à profit idées nouvelles et matériaux avantageux; en cela, suite à ses propres séjours dans les pays du sud, elle s'inspire de travaux de recherche antérieurs menés par des pionniers français de l'énergie solaire en Algérie. L'un de ses premiers succès fut le concentrateur solaire "pneumatique", muni d'une membrane tendue qui, sous l'effet du vide créé sur l'une de ses faces, prend la forme souhaitée. Ce type de miroir, léger, précis et bon marché, a

fait ses preuves dans les conditions extrêmes du désert. Depuis lors, plusieurs développements nouveaux sont venus compléter la panoplie des applications de l'énergie solaire créée par Bomin Solar. Ces activités sont encouragées par l'UE et, depuis peu, aussi par l'OFEN.

Jürgen Kleinwächter, directeur, explique les stratégies innovatrices de Bomin Solar Research Sàrl:

Au départ, nous cherchions à construire plus simplement et à meilleur compte des produits connus. L'exemple type de cette stratégie est notre concentrateur à membrane: il remplace avantageusement les surfaces de miroirs en verre, chères à la production, avec leurs supports massifs. Ce n'est qu'en réduisant le poids à l'extrême que l'on peut rendre compétitifs, en terme de poids pour une performance donnée, les systèmes héliotechniques qui font forcément appel à de grandes surfaces. Par ailleurs, il faut explorer systématiquement la possibilité d'applications multifonctionnelles. Nous voulons rendre visibles les rapports complexes et apporter des solutions efficaces. N'oublions pas que les problèmes énergétiques ne se posent pas de la même manière dans le Tiers-Monde et en Europe centrale. C'est pourquoi nous nous efforçons aussi de trouver des techniques qui puissent être utilisées dans le monde entier. Nous avons continué à nous occuper de la concentration du rayonnement solaire, de façon à en retirer les avantages les plus divers, par exemple pour la lumière, le cou-

rant électrique, la chaleur, le stockage de l'énergie, etc. Nous avons aussi mis au point des systèmes hybrides pouvant utiliser aussi bien le rayonnement solaire direct que le diffus.

Quels projets avez-vous réalisés ces dernières années ?

Partant du concentrateur à membrane, nous avons créé la "boîte solaire" ("SolarBox"), un chauffe-eau solaire composé de trois élé-



Jürgen Kleinwächter, le directeur de Bomin Solar Research Sàrl, met au point des technologies solaires multifonctionnelles.

Liens internet

L'Institut Paul Scherrer s'occupe aussi de chimie solaire:
www.psi.ch

On trouvera les activités de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) dans le domaine du solaire à haute température sous "SolarPACES":
www.SolarPACES.org

Recherche fondamentale en rapport avec l'absorbeur 2000, par le Groupe ESCA de l'Institut de physique de l'Université de Bâle:
<http://monet.physik.unibas.ch/oelhafen>

Page d'accueil de Bomin Solar Research Sàrl
www.bominsolar.com

ments: une boîte de matière plastique, un récipient à membrane et une commande.

Son élément essentiel est la feuille de polymère fluoré de 100 micromètres d'épaisseur qui laisse passer tout le spectre, y compris les UV, ce qui permet d'obtenir un rendement plus élevé. En outre, l'effet désinfectant est là: les germes contenus dans l'eau sont tués. La "SolarBox", d'une contenance de 250 litres, convient aussi bien aux ménages qu'aux hôtels, campings, piscines, etc.

En collaboration avec l'Institut Max Planck, nous travaillons aussi au stockage de la chaleur dans l'hydrure de magnésium (MgH_2) qui, lorsqu'il est chauffé à l'intérieur d'un système fermé, libère de l'hydrogène. La conversion d'énergie solaire stockée sous forme thermochimique en chaleur à haute température est largement réversible; elle a pour but de permettre à des centrales héliothermiques de produire du courant 24 heures sur 24 à l'aide, par exemple, d'un moteur "Stirling".

Ce qui nous amène au thème central de vos recherches, le moteur Stirling. Quel chemin avez-vous choisi ici ?

Nous nous occupons de cette technologie depuis des années. Récemment, nous avons contribué à la mise au point de machines sans vilebrequin, qui démarrent toutes seules. Les avantages de ce moteur connu depuis 1817 n'ont jamais pu être vraiment mis à profit. On rencontrait de nouveaux problèmes chaque fois qu'on poussait les développements vers des variantes à plus haute température. C'est pourquoi nous avons pris la direction opposée: des températures et des fréquences plus basses et une construction plus simple, avec, à la clé, un rendement supérieur. Notre percée dans le domaine *Stirling* s'appelle "SunPulse". Grâce aux températures de fonctionnement plus basses, nous pouvons valoriser directement le rayonnement solaire et utiliser notre procédé de stockage thermochimique dans la gamme intermédiaire de température.

Que peut-on faire avec "SunPulse" ?

Il s'agit ici de la conversion, dans une seule machine, du rayonnement solaire en énergie mécanique. "SunPulse water" peut servir de pompe pour l'eau potable ou l'irrigation des champs, et "SunPulse cooling" peut refroidir des locaux ou réfrigérer des aliments. "SunPulse" respire; le soleil chauffe l'air dans la partie supérieure du boîtier et provoque des échanges d'air chaud et froid à l'intérieur de celui-ci. La différence de pression qui en résulte met en mouvement la partie inférieure, mobile, de "SunPulse", d'un mètre carré de surface,



"SunPulse", la machine Stirling à basse fréquence entraînée à l'énergie solaire, joue le rôle de pompe à eau.

qui agit sur la pompe. Nous obtenons ainsi une puissance de pompage de 150 à 180 W. L'un des avantages essentiels du système est que sa fabrication est rentable, et qu'elle peut donc avoir lieu localement.

Avez-vous procédé à d'autres développements destinés à être utilisés dans les zones tropicales du globe ?

Parlons par exemple de "SolarEnvelope", destiné aux applications dans les serres. Ici, tout le rayonnement solaire traverse, dans un premier temps, la membrane de couverture avant d'être, dans un deuxième temps,

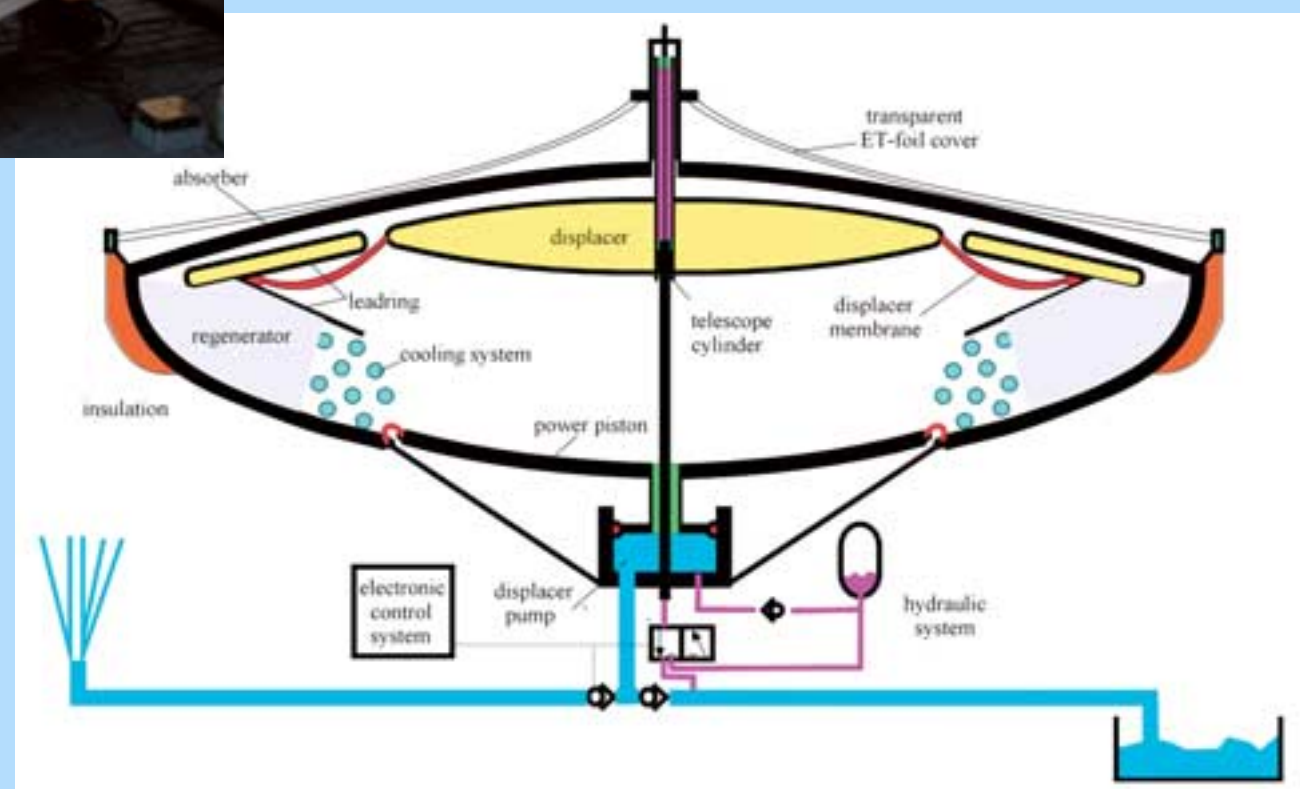


Destiné aux serres, "SolarEnvelope" concentre le rayonnement solaire et utilise la lumière diffuse pour la croissance des plantes. Ici, un dispositif d'essai.

concentré sur des cellules photovoltaïques par des lentilles de Fresnel. Le résultat ? On peut se contenter d'un module photovoltaïque nettement plus petit; et en refroidissant ces cellules, on produit de l'eau chaude. Les plantes situées en dessous de ce dispositif reçoivent une lumière diffuse qui

n'éblouit pas, juste ce qu'il leur faut, et elles sont au frais, car la plus grande partie de l'énergie solaire est captée sous forme de courant électrique ou de chaleur. La croissance des plantes s'en trouve accélérée.

Dans les régions tropicales, il est possible d'exploiter des cuisines communautaires grâce au nouveau four solaire. L'huile d'arachide, chauffée dans un capteur de forte puissance, est conduite directement au potager entièrement isolé thermiquement et muni de casseroles *ad hoc* intégrées.



Grâce à sa construction très simple, "SunPulse" peut être produit aussi sur place dans le Tiers-Monde.

Ce réservoir de chaleur peut aussi être relié à une petite machine Stirling "SunPulse". Encore un exemple adapté à la fabrication locale et à l'utilisation de produits disponibles sur place.

Quelle vision avez-vous de l'utilisation de l'énergie solaire ?

Le rayonnement solaire parvient à la surface de la Terre sous forme "diluée". Si nous parvenons à le concentrer de manière optimale et à utiliser simultanément les diverses parties de son spectre (pour produire électricité, chaleur et lumière), nous améliorons sensiblement l'efficacité. C'est ce que nous avons réalisé avec nos premiers concentrateurs; nous continuons sur notre lancée. Il nous faut cependant aussi des partenaires et la collaboration d'entreprises spécialisées, de manière à mettre en œuvre intelligemment ces innovations. Nous voulons continuer à recourir aux procédés photochimiques et obtenir une technique aussi simple que possible. Nous nous rapprocherons ainsi d'une certaine manière de la nature dont le principe est l'écologie et donc l'économie et la multifonctionnalité.

Un guide de lumière à liquide

Un guide de lumière en polymère souple permet de conduire à l'intérieur d'un bâtiment la lumière concentrée à l'aide de lentilles de Fresnel. On peut ainsi utiliser cette lumière n'importe où. Une section de quelques centimètres carrés seulement suffit à transmettre toute la lumière reçue normalement à travers une fenêtre. Le système de refroidissement de "SolLux" sépare la partie froide de la partie chaude du spectre solaire et ne conserve que la lumière froide dans le guide de lumière.

Le soleil brille partout

Le photovoltaïque appliqué de manière décentralisée dans le monde entier met en jeu une technique éprouvée

Stefan Nowak

Chef du programme Photovoltaïque de l'OFEN
c/o NET Nowak
Énergie &
Technologie SA
CH-1717 St. Ursen

Urs Wolfer

Responsable du domaine Solaire actif de l'OFEN

Grâce à sa conception modulaire, la technologie photovoltaïque (PV) convient aussi particulièrement bien aux applications décentralisées de la gamme inférieure de puissance. Grâce aux multiples possibilités qui s'offrent dans ce domaine, il devient possible de fournir des services énergétiques de base aux quelque deux milliards d'hommes actuellement encore sans électricité dans les pays en voie de développement.

Lancée en 1999, la Tâche IX du programme Photovoltaïque de l'AIE (IEA PVPS Programme) a trois lignes de force. Premièrement, au chapitre des aspects non-techniques et du développement de l'infrastructure, il s'agit d'éliminer les obstacles critiques qui s'opposent à l'extension du marché et à la mise en œuvre de la techno-

nalement, la Tâche IX poursuit des objectifs techniques et économiques à préciser en même temps que le potentiel du photovoltaïque dans les pays en voie de développement.

La participation de la Suisse à ce projet est encouragée par le Secrétariat d'État à l'économie (*seco*). Notre représentant dans la Tâche IX est Alex Arter, entec SA, CH-9000 St-Gall.



Une installation solaire en Mongolie (à gauche); femmes et photovoltaïque à El-gaa, Éthiopie



Liens internet

IEA PVPS, le programme Photovoltaïque de l'Agence internationale de l'énergie
www.iea-pvps.org

Renseignements sur "entec" à St-Gall, le représentant suisse au sein de la Tâche IX
www.entec.ch

Renseignements sur IT power Ltd. en Angleterre (Agent exécutif de la Tâche IX)
www.itpower.co.uk

Des tailleurs, en Inde, gagnent leur vie à l'aide de cellules solaires.
(Photos: IT power, UK)

logie PV. On prépare, distribue et applique des recommandations pratiques et encourage le développement des infrastructures dans les pays concernés. Deuxièmement, la Tâche IX renforce le soutien et la collaboration avec des organisations bi- ou multilatérales. On fait mieux connaître aux responsables le potentiel technique et économique, les opportunités offertes par les projets ainsi que la pratique éprouvée des installations photovoltaïques; l'expérience acquise et les connaissances s'élargissent. Fi-

SUN21: À la rencontre du soleil

La 3^e Semaine internationale pour un avenir énergétique durable a eu lieu du 19 au 23 septembre 2000 à Bâle, avec le soutien, notamment, de l'OFEN. Ses temps forts ont été les questions de mobilité, notamment le trafic aérien, les possibilités de financement d'une production énergétique



durable, l'utilisation de l'énergie solaire et la coopération internationale à l'échelle mondiale.

Recherche en matière de cellules solaires à Neuchâtel et Berlin

Juste avant SUN21, les développements les plus récents dans le domaine des cellules solaires en couches minces ont fait l'objet d'un séminaire.

Arvind Shah, de l'Institut de microtechnique de l'Université de Neuchâtel, a montré les possibilités d'application de feuilles d'acier et du polyamide utilisés comme matériaux de support.
www-micromorph.unine.ch

Martha Lux-Steiner, quant à elle, a présenté les activités de l'Institut Hahn-Meitner à Berlin: des recherches sur la fabrication et l'optimisation des cellules solaires et le développement de cellules à couches de chalcopyrite qui représentent un optimum en terme de coût.
www.hmi.de

Solar Combisystems

La brochure "Solar Combisystems" donne une vue d'ensemble des installations solaires destinées à la fois à la préparation d'eau chaude sanitaire et au chauffage. Grâce à une présentation systématique des installations fabriquées et vendues dans huit pays d'Europe, le lecteur peut facilement comparer entre eux les différents systèmes.



Cette publication a été élaborée par un groupe d'experts de différents pays, sous la direction de Jean-Marc Suter, Suter Consulting, CH-3000 Berne 16, dans le cadre de la Tâche 26 du programme "Solar Heating and Cooling" de l'AIE. Le but de la Tâche 26 est le perfectionnement et l'optimisation de ces installations dites combinées, destinées aux villas, groupes de villas et immeubles à appartements. La brochure se limite à la présentation des systèmes qui ont déjà fait leurs preuves sur le marché.

La Tâche 26 "Installations solaires combinées" est un projet de l'AIE

www.iea-shc.org/task26

Équipe de rédaction: Jean-Marc Suter, Werner Weiss, Thomas Letz. La brochure s'obtient auprès d'ENET.

Jean-Christophe Hadorn

Chef du programme Chaleur solaire (R + D) de l'OFEN
CH-1035 Bournens

Pierre Renaud

Chef du programme Chaleur solaire (P + D) de l'OFEN
c/o Planair,
CH-2314 La Sagne

Urs Wolfer

Responsable du domaine Solaire actif de l'OFEN

Notice "Soleil & Co."



Swissolar, le réseau solaire pour la chaleur et l'électricité, a publié une nouvelle notice consacrée au thème du chauffage et de l'eau chaude. On y trouve les arguments principaux en faveur d'une installation solaire pour l'eau chaude avec ou sans raccordement au chauffage, ainsi que des renseignements utiles sur le permis de construire, les contributions d'encouragement et la qualité des produits. La notice donne aussi des indications chiffrées sur les coûts, le rendement énergétique et la surface des capteurs.

Pour commander: tél. 0848 000 104
www.swissolar.ch

Nouvelle pompe à chaleur (PAC) pour les rénovations

Phase 1: Solution avec un port d'injection de vapeur et un économiseur

Martin Zogg

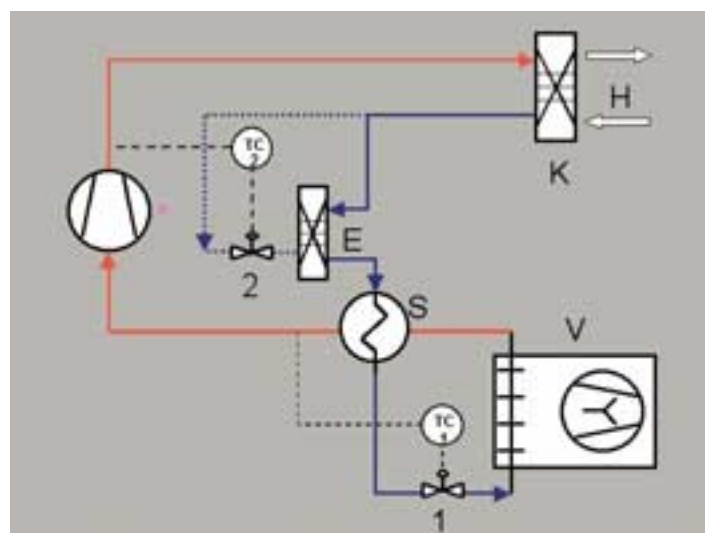
Chef du programme Chaleur ambiante, rejets thermiques et couplage chaleur-force de l'OFEN

Fabrice Rognon

Responsable du domaine Chaleur ambiante de l'OFEN

Dans le but d'obtenir une PAC capable de travailler avec une grande différence de température ΔT entre la source froide et le consommateur de chaleur – une situation que l'on rencontre dans les rénovations de chauffages – un nouveau procédé a été étudié, qui fait appel à un surchauffeur en ligne et à une injection de vapeur en cours de compression, avec un échangeur-économiseur. En particulier, un prototype de compresseur *scroll* a été développé, qui est muni d'ouvertures d'injection de grandes dimensions, adaptées au débit élevé de vapeur requis. (Aujourd'hui, on ne trouve sur le marché que des compresseurs *scroll* avec de petits orifices pour l'injection de liquide en cours de compression.) Le fluide frigorigène utilisé est le R407C.

Le rapport de cette recherche donne la variation du coefficient de performance (COP), de la puissance thermique récupérée au condenseur ("puissance chaude") et de la température en sortie de compresseur en fonction du débit massique dans le port d'injection de vapeur. À part une réduction bienvenue de la température en sortie de compresseur (ce qui est en faveur d'un bon fonctionnement de ce dernier), l'injection de vapeur apporte aux grandes différences de température ΔT une amélioration du COP allant jusqu'à 15% (avec de l'air à -7 °C, de l'eau à 60 °C, et une injection de 30% du débit massique total dans le compresseur). Quant à la puissance chaude, son amélioration par rapport aux cycles de PAC courants peut atteindre 30% pour les ΔT élevées. Pour des ΔT plus modestes, l'amélioration du COP et de la puissance est moins importante. Avec le prototype construit, le rendement exergetique mesuré pour un rapport optimal entre le débit massique de l'injection et le débit massique total atteint 40 à 45%. Le rendement exergetique est le rapport de la puissance thermique effective de la PAC à la plus haute



Le type de procédé étudié, pour des PAC adaptées à de grandes différences de température entre la source froide et le consommateur de chaleur. Une partie du fluide frigorigène circule à travers la vanne secondaire de détente (2) avant d'être injectée dans le compresseur à une pression intermédiaire.

1: vanne thermostatique principale de détente

V: évaporateur employant l'air ambiant comme source froide de chaleur

S: surchauffeur du gaz d'admission, en ligne

E: échangeur-économiseur

H: raccordement au chauffage

K: condenseur

puissance théoriquement possible (mais jamais réalisable) dans ces conditions.

En résumé, on peut affirmer que le prototype de nouveau compresseur *scroll* étudié, qui, contrairement aux modèles du marché actuel, est muni d'un port d'injection de vapeur dimensionné correctement, est une variante très prometteuse pour le marché de la rénovation. Ce concept est en mesure de tempérer la chute de la puissance de chauffage que l'on observe généralement sur les modèles courants de petites PAC quand la

Rapport final:
F. Brand, M. Zehnder, D. Favrat:
"Pompe à chaleur haute température. Phase 1: Solution avec compresseur à injection de vapeur".
Office fédéral de l'énergie, 2000.
Pour commander:
www.waermepumpe.ch/fe
rubrique "Berichte" ou auprès d'ENET, n° 9934445.

Vers de nouvelles solutions pour les rénovations avec des pompes à chaleur

La 8^e Journée d'étude du programme de recherche Chaleur ambiante, couplage chaleur-force de l'OFEN, aura lieu le 8 mai 2001 à la HES bernoise de Berthoud. Une nouvelle génération de PAC a été mise au point pour remplacer les anciennes chaudières et les chauffages centraux électriques. Ces PAC conviennent même aux températures de départ élevées, avec l'air ambiant comme source froide. La journée d'étude donnera une image réaliste des possibilités actuelles et futures.

différence de température entre source froide et consommateur de chaleur augmente. Il faut espérer que ce prototype de compresseur trouvera rapidement sa place dans la production en série. Les PAC pourraient alors être utilisées plus efficacement lors de la rénovation des chauffages.

"Swiss Retrofit Heat Pump": en route pour les essais *in situ* !

Au cours de l'été 2000, le Centre d'essai des pompes à chaleur à Winterthur-Töss a testé les quatre installations expérimentales proposées par les soumissionnaires du projet "Swiss Retrofit Heat Pump (SHRP)" et les a soumises à une analyse détaillée des coûts.

C'est celle présentée par la maison KWT, Kälte-Wärme-Technik, à CH-3123 Belp qui se rapprochait le plus du cahier des charges établi par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) pour les PAC destinées au marché de la rénovation. Comme elle représente un pas important dans la direction souhaitée, le jury nommé par l'OFEN l'a sélectionnée à l'unanimité pour les essais *in situ* pendant la saison de chauffage 2000-2001.

La maison sélectionnée ne sera déclarée vainqueur de ces éliminatoires du projet SHRP qu'après confirmation des résultats de laboratoire par les essais *in situ*. Bien que les autres soumissionnaires aient, eux aussi, réalisé des solutions intéressantes et fait preuve d'un engagement louable, il n'a pas été possible, hélas ! de les prendre en considération pour les essais *in situ*.

Informier et encourager

Documentation pour les intéressés

De 1990 à 1995, le programme PACER a apporté son soutien aux exploitants de petits aménagements hydrauliques par des publications sur la construction et l'exploitation, le dimensionnement, la régulation et la sécurité de ces installations ainsi que par des fiches d'information préparées par les cantons. Quant au programme DIANE, il comprenait la mise au point de notions de base ainsi que des activités de relations publiques, de conseil et d'information. La documentation des deux programmes est toujours ce qu'il y a de mieux pour donner aux lecteurs intéressés une vue d'ensemble de l'état de la technique et du contexte à prendre en considération.

Renseignements, conseils, documentation PACER et DIANE:

- Nova Energie
Aarau et Tänikon
www.infoenergie.ch
- Studioenergia Avegno
Tél. 091/796 36 03
- Fondation du Laboratoire de mini-hydraulique MHyLab
Montcherand
www.ambios.ch/mhyllab
- EDMZ Berne
www.admin.ch/edmz
- Publications, notices, formulaires et statistique en rapport avec les minicentrales
www.smallhydro.ch

Subventionnement des travaux d'étude de petits aménagements

À titre d'encouragement, des subventions sont accordées pour l'étude des petits projets d'aménagements hydrauliques. Depuis peu, il est aussi possible de demander une subvention pour des travaux pouvant aller jusqu'à l'étude du projet définitif.

Hanspeter Leutwiler

Chef du programme Petits aménagements hydrauliques de l'OFEN
c/o ITECO
Ingénieurs SA,
CH-8910 Affoltern am Albis

Martin Rügsegger

Responsable du domaine Petits aménagements hydrauliques de l'OFEN



Modéliser au lieu de mesurer

Mise au point de nouveaux outils d'évaluation des sites

**Stefan Kunz,
Johannes Sander**
c/o Meteotest
CH-3012 Berne

Robert Horbaty
Chef du programme
Énergie éolienne
de l'OFEN
c/o ENCO,
CH-4438
Langenbruck

L'utilisation de l'énergie éolienne dans les montagnes se heurte à un obstacle important: le coût énorme de l'établissement de pronostics fiables pour la production d'électricité. Cela vaut tout particulièrement pour la Suisse. À ce jour, la seule façon sûre de procéder consiste à ériger un mât de dimension respectable sur le site prévu et à y mesurer pendant une année la vitesse du vent. Ensuite, par comparaison avec des mesures effectuées sur des sites analogues, un calcul d'extrapolation donne la production escomptée d'électricité sur le site étudié. Tout cela coûte cher. C'est pourquoi on aimerait disposer d'une méthode de calcul qui se base uniquement sur des mesures existantes. Seules certaines universités avaient jusqu'à maintenant abordé la question.

Des données sur le vent obtenues par le calcul

Depuis des années, l'Office fédéral de l'énergie encourage l'utilisation de l'énergie éolienne en Suisse. Par exemple, les ingénieurs et les responsables de projets, comme tout autre intéressé d'ailleurs, peuvent s'adresser au centre d'information de



La service internet "Meteo meets Energy" offre des informations détaillées sur les prévisions des vents.

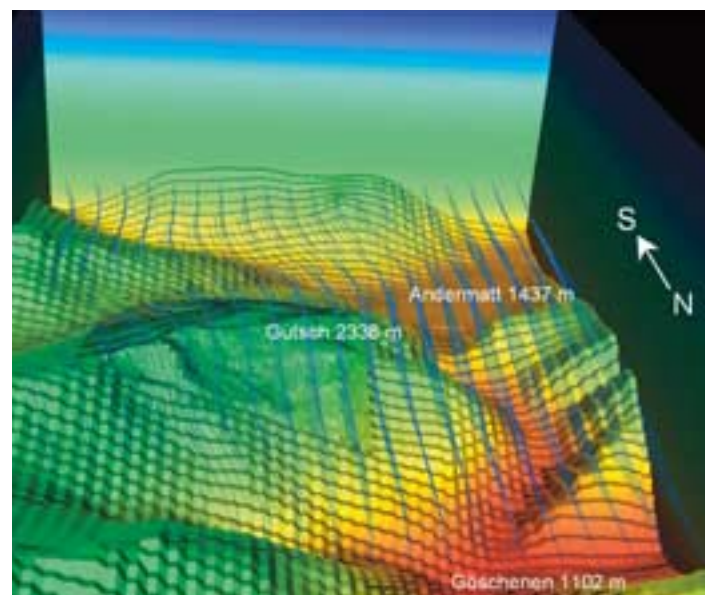
Suisse-Éole pour obtenir des données sur le vent; celles-ci sont fournies par l'entreprise bernoise Meteotest mandatée par l'OFEN.

Avec le soutien de l'OFEN et en collaboration avec le Swiss Center for Scientific Computing (SCSC/EPFZ) à Manno, Meteotest est en train de faire le pas suivant: la mise au point d'un procédé de calcul de la production d'électricité qui ne requière aucune nouvelle mesure. Des modèles d'écoulement de l'air, connus dans l'industrie, servent à la détermination des conditions de vent dans une topographie complexe, avec des résultats de la même qualité que ceux qu'on aurait obtenus sur la base d'une campagne de mesures sur place. Dans le cas de parcs d'éoliennes en terrain montagneux, le nouveau procédé permet même de mieux tenir compte qu'avant de l'effet d'une turbine particulière sur celles placées derrière elle.

Vers une évaluation plus rapide

La modélisation prendra toujours plus d'importance à l'avenir dans l'évaluation des sites potentiels. L'accélération des études ne pourra que profiter à la réalisation d'éoliennes. À l'étranger aussi, on étudie la construction et on réalise de plus en plus de parcs d'éoliennes dans les régions de montagne.

Simulation pour le site de Güttsch (Gotthard). Les lignes en bleu donnent la direction du vent. On remarque comme la topographie modifie les vents locaux. (Tiré d'une étude de faisabilité.)



Tout feu tout flamme pour cette cause

Réduction des émissions polluantes grâce à la recherche

Thomas Nussbaumer
Projets de recherche
c/o Verenum,
CH-8006 Zurich

Christoph-Walter Rutschmann
Chef du programme
Bois (P + D)
de l'OFEN
c/o VHe,
CH-8008 Zurich

Daniel Binggeli
Responsable du
domaine Bois de
l'OFEN

Les agents énergétiques indigènes renouvelables et en même temps neutres en terme d'émission de CO₂ jouent un rôle important parmi tous ceux qui approvisionnent le pays. Depuis le lancement du programme d'action *Energie 2000*, en 1990, le bois-énergie a progressivement augmenté sa part de marché. Plusieurs facteurs ont contribué à cela, dont, par exemple, la sensibilisation de l'opinion publique au bois-énergie, l'évolution des équipements, les mesures d'encouragement et, tout récemment, le programme promotionnel en faveur du bois de Lothar.

Aujourd'hui, on valorise annuellement environ 2,5 millions de m³ de bois-énergie, sur un total de 4 à 5 millions de m³ disponibles dans la forêt. On voit toute l'expansion possible ces prochaines années. Cependant, celle-ci se fera seulement par le recours à des techniques de combustion modernes, confortables, de haut rendement et ménageant l'environnement. Leur développement mobilise des équipes de chercheurs, ainsi que le montrent les deux exemples qui suivent.

Fondements de l'étude des installations de chauffage au bois

L'étude théorique des chaudières à bois à l'aide de modèles numériques se heurte au fait qu'il n'existe encore aucun modèle de calcul général applicable à la décomposition du combustible sur lit fixe. C'est pourquoi le Laboratoire de thermodynamique des nouvelles technologies (LTNT) de l'EPFZ a développé un modèle de simulation du processus de la combustion dans les chaudières à grille mobile ou à foyer volcan. Le modèle permet de décrire les braises qui se consomment ainsi que le mouvement du lit du combustible et sa pénétration par

les gaz; on peut alors calculer la décomposition du combustible sur la grille.

Fondements de la formation des aérosols dans les chaudières à bois

Dans ce projet de recherche mené conjointement par Verenum, Tiba-Müller SA et le LFEM/EMPA de Dübendorf, on étudie les bases qui permettront la mise au point de chaudières à bois automatiques ayant des émissions de poussières et d'aérosols réduites. Il s'agit d'identifier les mécanismes de la formation des aérosols et d'étudier l'influence des paramètres d'exploitation de l'installation. Dans ce but, on a construit au printemps 2000 une installation d'essai dans laquelle la température et la composition des gaz dans différentes zones de l'installation peuvent être ajustées dans certaines plages de valeurs. La seconde phase des essais sera consacrée à l'étude de phénomènes particuliers, notamment dans le voisinage de valeurs limites.

La Maison des énergies renouvelables

Depuis juillet 1999, les deux réseaux d'acteurs pour l'énergie du bois – l'ASEB – et l'énergie solaire – Swissolar – travaillent sous un même toit à la Seefeldstrasse 5a à CH-8008 Zurich. Et depuis janvier 2000, cette Maison des sources d'énergie renouvelables abrite aussi le Groupement promotionnel suisse pour les pompes à chaleur (GSP/FWS) et la nouvelle Association suisse pour la biomasse.

Liens internet

Meteotest, ses services et ses produits
www.meteotest.ch

Association suisse pour l'énergie éolienne, avec, à la rubrique "Service", les données sur le vent mesurées par différentes stations météo
www.suisse-eole.ch

Liens internet

Le Laboratoire de thermodynamique des nouvelles technologies (LTNT) de l'EPF de Zurich présente un aperçu
www.ltnt.ethz.ch

Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (LFEM/EMPA)
www.empa.ch

La chasse aux particules

Centre d'écologie de Langenbruck: Des résultats de recherche reconnus par la communauté internationale

Depuis sa fondation il y a 20 ans, le Centre d'écologie de Langenbruck s'occupe aussi de l'utilisation du bois-énergie. Dans ce domaine, le "Laboratoire de l'énergie de demain" nouvellement créé s'occupe plus particulièrement de la protection de l'environnement et de la production durable d'énergie. Les chauffages au bois devraient être conviviaux dès le départ et conçus globalement comme des systèmes; par ailleurs, leurs émissions de polluants nuisibles à la santé devraient être réduites autant que faire se peut.

En point de mire: le confort d'utilisation et la réduction des émissions

Christian Gaegauf, chef de projet: "C'est pourquoi nos recherches ont été spécialement consacrées ces dernières années aux particules (PM 10), l'objectif étant d'apporter des améliorations techniques au processus de combustion. Les particules émises ont de 30 à 300 nm de diamètre, le plus souvent 80 nm. Elles contiennent sur leur surface des substances carcinogènes ou gênant la respiration. Or, ces petites particules se comportent comme un gaz; le cyclone, cette technique de séparation des solides, ne s'applique donc pas ici. Il est dès lors indispensable de prévenir la formation des particules à la source déjà, au cours du processus de combustion."

Une infrastructure ultramoderne pour l'analyse de la combustion

Dans son laboratoire énergétique de Klus, près de Balsthal, le Centre d'écologie a mis sur pied une infrastructure de pointe qui soutient la comparaison à l'échelle européenne. Elle comprend une cellule de calorimétrie combinée à un tunnel de dilution des gaz de fumée. Elle permet la mesure précise de la chaleur dégagée par une chaudière ainsi que l'analyse, à l'aide du tunnel, des petites particules contenues dans les gaz de fumée. L'installation de mesure des petites particules est utilisée conjointement

avec la HES de Bienne et l'Institut de physique du solide de l'EPFZ.

Christian Gaegauf: "De par le fait que les micropoussières transportées par les gaz de fumée pénètrent à l'intérieur des poumons de l'homme, ce qui peut être la source d'ennuis de santé, nous portons nos efforts sur ce sujet et étudions les possibilités d'amélioration des techniques de combustion. Signalons à ce propos le résultat remarquable du système "Votex" qui est basé sur une optimisation moderne de la circulation des gaz dans le foyer: les turbulences y sont renforcées, ce qui conduit à une réduction du nombre des particules et de leur diamètre. En outre, nous étudions l'effet d'une "sonorisation" du processus de combustion sur la formation des particules."

On sait que la "sonorisation" de la flamme peut freiner la formation de certains pol-

luants comme, par exemple, les oxydes d'azote NO_x. La thermoacoustique ne confère pas seulement une meilleure stabilité au processus de combustion; elle pourrait aussi apporter une amélioration à la modulation de la puissance, ce qui réduirait la formation accrue de polluants constatée ha-



Christian Gaegauf (à gauche), collaborateur du Centre d'écologie de Langenbruck, et Daniel Binggeli, Responsable de domaine à l'OFEN.



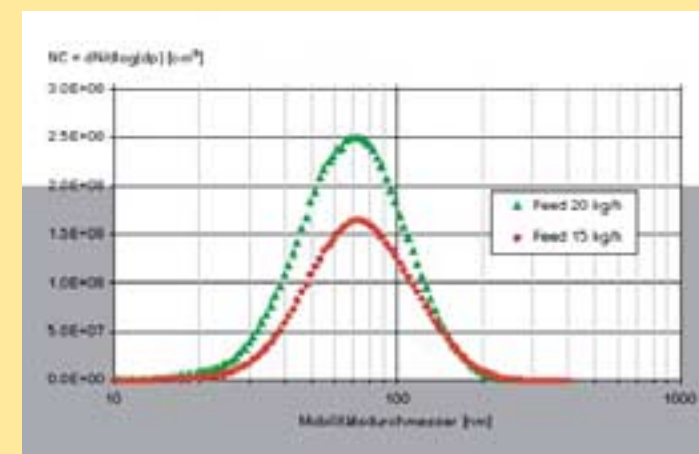
Cellule calorimétrique et tunnel de dilution des gaz de fumée, deux équipements phares du Laboratoire de l'énergie de demain. Elles permettent la mesure précise de la chaleur dégagée par une chaudière (à gauche).

bituellement quand on abaisse la vitesse de combustion.

Comparaison de normes internationales

Le Centre d'écologie de Langenbruck coopère maintenant avec d'autres instituts de recherche dans le monde entier. Il participe notamment à des projets européens, ce qui facilite les échanges d'expériences et d'informations.

Christian Gaegauf: "Ici, une contribution importante a été la comparaison des projets de normes ISO (Organisation internationale de normalisation) et CEN (Comité européen de normalisation) pour les chaudières



Histogramme typique de la dimension des aérosols créés pendant la combustion.

à bois, comparaison réalisée avec le soutien de l'OFEN. Grâce à notre laboratoire avec sa cellule de calorimétrie et son tunnel, nous avons pu réaliser des mesures comparatives de puissance, de rendement et d'émissions de polluants et confirmer qu'en fin de compte, malgré des méthodes de mesure ISO et CEN différentes, les résultats que l'on obtient sont les mêmes dans les deux cas, avec une précision remarquable."

Les résultats de ces recherches du Centre d'écologie de Langenbruck sont très importants dans le contexte international; ils ouvrent la voie à l'harmonisation des méthodes de test. Ces normes créent pour les fabricants les conditions d'une concurrence loyale sur le marché; elles rendent aussi ce dernier plus transparent pour la clientèle tout en donnant aux autorités une bonne base pour l'élaboration des dispositions légales en matière de protection de l'environnement.

Objectif: à chaque application sa solution optimisée

La mise sur pied de réseaux dans le pays et à l'étranger est un facteur important de succès pour le Centre d'écologie de Langenbruck. Entre consommateurs, associations professionnelles, industrie et établissements de formation, il s'agit pour ses collaborateurs de trouver des solutions optimisées du point de vue de l'utilisateur. Ici, la collaboration avec les Hautes écoles spécialisées a la priorité. Sans oublier la participation aux travaux qui ont préparé l'attribution du label de qualité des chaudières par l'Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB).

La philosophie à la base des activités du Centre d'écologie a deux lignes de force. D'une part, il s'agit de mettre en œuvre une combustion propre du bois avec des parte-

naires industriels. D'autre part, le Centre s'engage toujours davantage dans des projets nationaux ou européens pour développer de nouvelles solutions, que ce soit, par exemple, des combinaisons de chaudières à bois avec des pompes à chaleur ou des moteurs Stirling, ou encore des technologies de combustion novatrices permettant une grande flexibilité dans le choix du combustible.



Mesures de vitesse dans une chambre de combustion à turbulences à l'aide d'un laser optique, à l'Université de Stuttgart dans le cadre d'un projet européen. (Photos: H. Grieder, Langenbruck)

Liens internet

Aperçu des activités du Centre d'écologie de Langenbruck:
www.oekozentrum.ch

Ça chauffe au laboratoire !

La recherche et l'utilisation optimum de l'énergie du bois

Thomas Nussbaumer est le propriétaire et le directeur de la société Verenum ("Ingenieurbüro für **V**erfahrens-, **E**nergie- und **U**mwelttechnik", en traduction libre Bureau d'ingénieurs pour le génie chimique et les techniques énergétiques et environnementales); il est privat-docent à l'EPF de Zurich et à la HES de Berne (diplôme post-grade sur l'énergie); en outre, il dirige à Zurich le Symposium sur l'énergie du bois. Dans cette interview, il donne un aperçu des défis que la recherche en matière de bois-énergie cherche à relever.

Le Symposium sur l'énergie du bois vient de célébrer son dixième anniversaire. Faisons à cette occasion un bref retour en arrière. Quelle était la situation de la recherche sur l'énergie du bois en 1990 ?

Thomas Nussbaumer: En 1985, j'ai eu l'occasion de m'occuper de poêles à bois au cours d'un projet de recherche à l'EPF de Zurich. Ce travail a servi de point de départ à la mise sur pied d'un groupe de recherche et à l'établissement de nombreux contacts avec l'industrie comme avec d'autres institutions. C'était un nouveau thème pour la recherche et il n'y avait aucun forum pour échanger les idées et les expériences faites. Voilà pourquoi j'ai lancé en 1990 le Symposium sur l'énergie du bois qui, depuis lors, a eu lieu tous les deux ans.



Thomas Nussbaumer: "Actuellement, la recherche s'occupe des émissions polluantes des chauffages à bois."

Au cours de ses dix années d'existence, quelle évolution le Symposium a-t-il vécue au niveau des thèmes abordés ?

Les premières années, l'optimisation de la combustion et le confort étaient au centre des préoccupations. Là, de grands progrès ont été faits. D'autres sujets étaient l'utilisation des résidus des entreprises de transformation du bois et la valorisation des cendres. Actuellement, on s'occupe des émissions polluantes des chauffages à bois (oxydes d'azote et petites particules), ainsi que des techniques de production d'électricité à partir du bois.

Et quels seront, selon vous, les centres d'intérêt des prochaines années ?

Ce seront les émissions de particules et la production d'électricité. Car, d'une manière générale, la quantité des poussières auxquelles la population est exposée est très importante, et la production d'électricité représente à long terme une plus-value énergétique et économique par rapport à la production de chaleur. D'autres sujets dignes d'intérêt seront les émissions d'oxydes d'azote, l'intégration des systèmes, la qualité du combustible et peut-être à nouveau la valorisation des résidus des entreprises de transformation.

Verenum

Les activités du bureau d'ingénieurs Verenum à Zurich comprennent la recherche et le développement, la conception d'installations, le conseil, la mesure des émissions et la formation continue et de base. Ses centres d'intérêt sont la combustion et la gazéification de la biomasse, la production d'électricité et le couplage chaleur-force, la régulation des processus, la réduction des émissions et leur mesure, enfin la valorisation des résidus. Dans la recherche, les thèmes d'actualité sont la rétention des particules des gaz de fumée, la formation des aérosols accompagnant la combustion du bois et la réduction des émissions de NO_x, ainsi que la formation de goudrons et la purification des gaz dans les appareils de gazéification. L'accent est mis aussi bien sur la mise en œuvre pratique des connaissances que sur l'élaboration des fondements scientifiques. Verenum représente la Suisse au sein de l'Agence Internationale de l'Énergie, secteur de la combustion de la biomasse; il participe à des projets de l'Union européenne et siège dans les commissions scientifiques de la Conférence internationale sur la biomasse.

Quelle place l'énergie du bois peut-elle prétendre occuper ces prochaines années en Suisse ?

Vu la conjoncture économique actuelle, je m'attends certes à la poursuite de la croissance de la branche, mais à un rythme plutôt lent. Les mesures du programme Lothar vont soutenir la demande ces prochaines années. Mais la tendance à long terme dépendra avant tout de l'évolution du prix des agents énergétiques fossiles et donc aussi du niveau d'une éventuelle taxe sur le CO₂.

Qu'avez-vous à dire sur la collaboration et les possibilités de transfert de technologie entre la recherche et l'industrie, notamment les associations professionnelles comme l'Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB), l'Association suisse des maîtres poêliers-fumistes (VHP) et l'Association des fabricants suisses et importateurs de systèmes de chauffage au bois (FSIB) ?

Nous avons une excellente collaboration avec les fabricants de poêles à bois et les entreprises qui développent des appareils de gazéification du bois. C'est important pour la mise en œuvre des résultats de la recherche. À côté de cela, nous collaborons aussi avec les associations les plus importantes, ce qui renforce encore les bases du transfert de technologie.

À quelle occasion Verenum a-t-elle été créée en 1990 et quelle direction votre organisation prend-elle aujourd'hui ?

Je souhaitais effectuer des travaux de recherche et de développement pour l'industrie et l'artisanat, au sein d'une équipe d'ingénieurs compétents, et faire passer dans la pratique les connaissances nouvelles. Tout cela est encore valable aujourd'hui, et les praticiens apprécient de rece-

Dans cette installation d'essai, la température et la composition des gaz dans différentes zones de combustion peuvent être ajustées à volonté.



voir le soutien de personnes qualifiées. À part cela, nous nous occupons aussi maintenant de l'étude et du dimensionnement d'installations de production de courant. Et puis, en tant qu'ingénieurs-conseils, nous suivons l'étude d'installations thermiques complexes ou de grandes dimensions.

Quel est votre avis sur la perception, par l'opinion publique, de la contradiction entre la nécessité d'une protection accrue de la forêt (déforestation en Amazonie,

incendies de forêts, etc.) et l'utilisation du bois en Suisse ?

En ce qui concerne nos forêts indigènes, je reconnais le bien-fondé des experts qui affirment qu'elles doivent être soignées et utilisées de manière écologiquement raisonnable; le bois est donc une vraie source d'énergie renouvelable. La forêt a cependant de nombreuses fonctions à remplir. Et son utilisation comme source d'énergie doit toujours venir en dernier lieu, à la fin de la

Un symposium avec des temps forts

Le 6^e Symposium sur l'énergie du bois à l'EPF de Zurich était consacré aux trois thèmes suivants: la protection de l'air, les chauffages pour les habitations et la production d'électricité. Comme les micropoussières et les émissions de particules sont l'une des causes principales de la pollution de l'air par la combustion du bois, elles sont devenues l'un des principaux sujets de recherche de ces dernières années. Deux projets présentés avaient pour objet l'amélioration des connaissances sur la formation de ces particules et la manière de les éviter. Ainsi que des relevés l'ont montré dans la pratique, il est tout aussi impératif de ramener les émissions d'oxydes d'azote à un niveau acceptable. Une nouvelle façon de le faire a été présentée au symposium; elle recourt à l'introduction étagée du combustible dans le fourneau. Quant aux maisons MINERGIE, un nouveau système de chauffage qui leur est destiné combine la ventilation mécanique douce et un poêle à accumulation. L'un des conférenciers principaux a fait le point sur l'état de développement des chaudières à granulés. En troisième partie, les participants au séminaire ont pu se faire une idée des différentes possibilités de production d'électricité et d'hydrogène à partir du bois. Ont été notamment présentés des exposés sur la centrale au bois la plus moderne, de 25 MW de puissance électrique, située aux Pays-Bas, ainsi que sur le développement d'un moteur *Stirling* au Danemark.

Pour recevoir d'autres informations ou commander les actes du séminaire: Verenum, CH-8006 Zurich



La forêt a de nombreuses fonctions à remplir.



*L'équipe Verenum (de g. à d.):
Thomas Nussbaumer, Jürgen Good,
Philipp Hasler et Michael Oser.*

chaîne. Cette condition est remplie chez nous dans une large mesure, tandis que les coupes rases à grande échelle sont bien entendu incompatibles avec toute utilisation durable et il faut s'y opposer par tous les moyens. D'après moi, le public voit bien la chose et l'on ne peut pas parler, au moins chez nous, de contradiction entre utilisation et protection de la forêt.

Quel jugement portez-vous sur la coopération européenne et internationale en général, en matière de recherche sur l'énergie du bois ?

Nous entretenons des échanges d'expérience très enrichissants à l'échelle internationale, ce qui donne aussi la possibilité à nos

partenaires de suivre de près nos propres activités. Dans la recherche, les projets nationaux permettent souvent de réaliser des objectifs plus concrets et d'appliquer une démarche plus ciblée que les grands projets internationaux. Par contre, la collaboration transfrontalière est très importante, particulièrement quand il s'agit de standardisation et de normalisation.

Quelles évolutions constatez-vous en matière d'utilisation de l'énergie du bois dans des pays comparables comme l'Allemagne, l'Autriche ou la Scandinavie ?

Il existe en Scandinavie et en Autriche des possibilités de subventionnement bien supérieures à celles que nous avons en Suisse, pour la recherche et pour les installations. En Allemagne, c'est aussi vrai depuis un certain temps au moins pour la production de courant. Comparée à ces pays, la Suisse a beaucoup à faire pour améliorer l'encouragement de la recherche et des réalisations.

Petits poêles dans le vent

Les ménages qui désirent utiliser la chaleur qui "pousse dans les bois" n'ont que l'embaras du choix: il existe aujourd'hui une multitude de variantes de petits poêles à bois compacts, du poêle à catelles remplaçant le chauffage à mazout, à la chaudière alimentée par des bûches ou des granulés, en passant par les poêles d'intérieur servant de chauffage d'appoint. La combustion du bois est neutre en terme de CO₂, n'émet pas de soufre et ne produit que de petites quantités de métaux lourds. Ce sont des avantages écologiques substantiels qui devraient inciter nombre de propriétaires à substituer le bois aux combustibles fossiles.

N'oublions pas que le bois est en général disponible dans la région de consommation, ce qui raccourcit les distances de transport. La préparation du bois, elle aussi, ne cause que des émissions polluantes limitées. Par contre, le bilan est moins rose au chapitre des accidents de travail dans la forêt et des émissions d'oxydes d'azote, de poussières et de monoxyde de carbone. Toutefois, de notables progrès ont été enregistrés ici grâce à la recherche.

L'une des tendances dominantes actuelles dans le domaine des petits poêles à bois est la combinaison bois & énergie solaire. Dans

de telles installations, le capteur solaire en toiture et le petit poêle servent aussi bien à la préparation d'eau chaude sanitaire qu'au chauffage. Les deux sources de chaleur utilisent le même accumulateur de chaleur et couvrent ensemble la totalité des besoins en chaleur de la maison. Une régulation centrale commande la combustion dans le poêle à accumulation, la circulation du caloporteur dans le capteur solaire et la distribution de la chaleur par le circuit de chauffage.

Informations: VHe, CH-8008 Zurich



Lothar souffle le chaud dans la maison

C'est le 26 décembre 1999 que l'ouragan a frappé l'Europe et dévasté les forêts du Plateau suisse et des Préalpes. Dans le cadre de la gestion des dégâts de cette tempête, l'Office fédéral de l'énergie encourage dès maintenant des projets nouveaux contribuant à l'utilisation durable du bois selon les conditions suivantes:

- **Chauffages à bois de plus de 100 kW**
Entrent en ligne de compte les installations dans ou à l'extérieur des entreprises de transformation du bois, avec ou sans réseau local de distribution de chaleur. La subvention accordée dépend notamment de la puissance de l'installation.
- **Augmentation de la densité des réseaux**
Une aide financière est accordée au raccordement de bâtiments supplémentaires aux réseaux de chauffage construits avec leur centrale avant la fin de 1999.
- **Équipements de stockage du bois-énergie**
La capacité nette de stockage doit être d'au moins 1000 m³ et améliorer la sécurité régionale d'approvisionnement pour donner droit à une subvention.

- **Chauffages à bois de moins de 100 kW**
Les installations servant de chauffage principal dans les habitations, comme, par exemple, les chauffages centraux à bois, les poêles à accumulation et les poêles d'intérieur, sont subventionnées à condition d'avoir été homologuées par l'ASEB.
- **Études de faisabilité** de grands projets de chauffage à bois.
- **Installations spéciales**, par exemple, les projets pilotes et de démonstration.

Au cours des trois premiers mois, jusqu'à fin octobre, 1'500 projets ont déjà reçu l'aval de l'OFEN, correspondant à des subventions de 7 millions de francs environ en tout. La plupart de ces projets sont des chauffages centraux à bois.

Renseignements:
Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB)
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne,
tél. 021 653 07 77
www.aseb.ch

Homologation et label de qualité pour les chauffages à bois

L'Association suisse pour l'énergie du bois (ASEB) a élaboré des directives pour l'homologation volontaire et l'attribution d'un label de qualité. Elle a ainsi créé les bases d'une optimisation des contrôles de qualité, en plein accord avec l'Allemagne et l'Autriche.

Homologation des chaudières à bois

L'homologation se base sur les normes CEN applicables aux combustibles solides. Elle atteste que les exigences élevées requises en matière d'hygiène de l'air, de rendement et de sécurité sont satisfaites par le produit homologué. Les essais ont lieu avec du bois non traité, que ce soient des bûches, du bois déchiqueté ou des granulés. Il est aussi possible d'utiliser des résidus des entreprises de transformation du bois et des chantiers de construction (sauf rénovations et démolitions).

Label de qualité pour les fourneaux

Le label suisse de qualité pour les chauffages à bois est attribué sur la base: 1) du rapport des essais faits par une institution reconnue, par exemple, le LFEM/EMPA à Dübendorf; 2) de l'agrément délivré par l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI); 3) du prospectus de l'appareil; et 4) de la documentation technique, y compris les instructions de montage et les directives d'exploitation. Plusieurs cheminées fermées, poêles de salon et chaudières ont déjà passé avec succès tous les tests et sont donc homologués.

Renseignements: ASEB/VHe,
CH-8008 Zurich
www.aseb.ch

Laboratoire d'essai des installations de combustion, LFEM/EMPA, Section Moteurs & Installations de combustion
www.empa.ch

Mûrs pour les îles

Un transfert de technologie couronné de succès vers le Japon apporte une solution à plusieurs problèmes énergétiques

Daniel Trüssel
KWT SA,
CH-3123 Belp

Harald Gorhan
Chef du programme
Géothermie
de l'OFEN
c/o Electrowatt
Engineering SA,
CH-8037 Zurich

Depuis quelque temps, l'utilisation de la géothermie a le vent en poupe au Japon. Cette source d'énergie y prend de plus en plus souvent le relais d'agents énergétiques polluants, comme le mazout, ou de l'électricité d'origine nucléaire.

Les installations de pompes à chaleur, un produit d'exportation

Au pays du soleil levant, l'application principale des pompes à chaleur avec sondes géothermiques est la fourniture de chaleur aux piscines, car le bain occupe une place de choix dans l'échelle des valeurs japonaises. C'est dans ce domaine précisément que KWT Kälte-Wärme-Technik SA à Belp a pu prendre pied grâce au succès de sa coopération avec Misawa Architectural Technology Co., Ltd. à Miyoshi (Japon). De nombreuses piscines couvertes ont été équipées d'installations de pompes à chaleur qui alimentent le chauffage et la préparation d'eau chaude sanitaire, sans autre appoint. Le rendement est amélioré par la présence de récupérateurs de chaleur.

Chauffage de chaussées

Au Japon, l'épandage de sel sur les routes en hiver est prohibé à cause de ses effets néfastes sur la culture du riz. À la place, on chauffe les chaussées. Jusqu'à il y a quelques années, on le faisait par des bandes chauffantes électriques posées dans le revêtement, ce qui consommait des quantités énormes d'électricité.

KWT et Misawa ont mis au point un système qui recourt à la géothermie pour le chauffage des chaussées; une saumure circule dans une sonde géothermique et transporte la chaleur captée jusqu'à un serpent inoyé dans le revêtement. L'avantage de ce système est la réduction massive de la facture d'électricité.

Au Japon, la géothermie remplace des rubans électriques chauffants dans la chaussée.



Pose du serpent in dans le revêtement.



Prélèvement de chaleur et injection dans le sous-sol

Au Japon, de nombreuses installations géothermiques ne se contentent pas de prélever de la chaleur en hiver, mais injectent dans le sol en été un excédent de chaleur par l'intermédiaire des mêmes sondes géothermiques. C'est un certain stockage saisonnier qui est réalisé là. Son avantage est d'augmenter la chaleur à disposition pendant les mois d'hiver et d'améliorer ainsi notablement le rendement du système.

Liens internet

Portrait de l'entreprise KWT Kälte-Wärme-Technik SA
www.kwt.ch

Tout sur la géothermie: aperçu de la scène internationale
www.geothermal-energy.ch

SSG

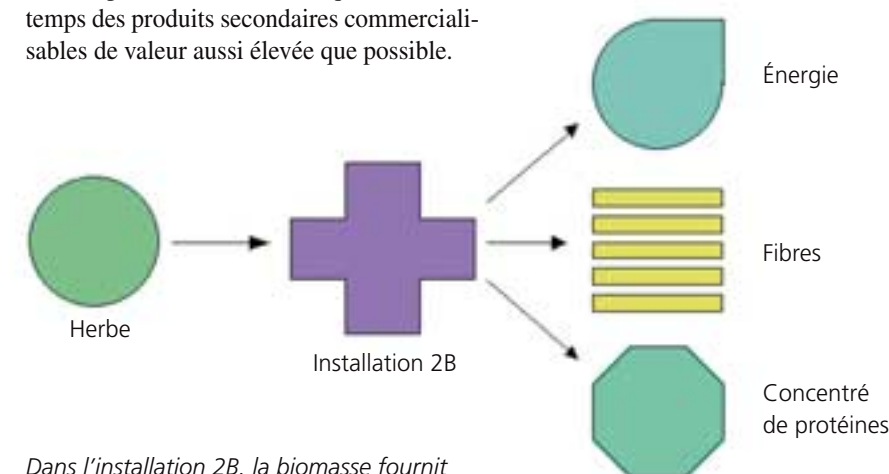
La Société suisse pour la géothermie a fêté cette année ses dix années d'existence. Aujourd'hui, elle est une plate-forme d'échanges pour les spécialistes en géothermie et les milieux intéressés, comme les architectes, les concepteurs-projeteurs, l'industrie et les autorités. Grâce à des relations internationales, un réseau a été tissé qui se révèle fort utile notamment dans l'organisation de manifestations. Le bulletin "Geothermie CH" paraît depuis la fondation de la SSG.

SSG
c/o Büro Inter-Prax, CH-2505 Bienne

Utiliser l'herbe de plusieurs façons

Construction d'une installation de valorisation de conception nouvelle à Schaffhouse

L'idée à la base du nouveau projet que la société Bioénergie Schaffhouse SA, fondée à Schaffhouse au printemps 2000, est en train de réaliser, est l'utilisation multiple de la biomasse produite par les surfaces agricoles exploitées de manière extensive. D'une part, les promoteurs désirent en retirer de l'énergie, d'autre part, ils veulent fabriquer en même temps des produits secondaires commercialisables de valeur aussi élevée que possible.



Dans l'installation 2B, la biomasse fournit trois produits: des fibres, du biogaz et un concentré de protéines.

Dans l'installation livrée par l'entreprise 2B SA à Dübendorf, spécialisée dans les technologies avancées, l'herbe sert dans un premier temps à la fabrication de fibres, par attaque chimique. Ces fibres entrent dans la composition de matériaux isolants ou servent de matière première pour différents matériaux de construction ou de matière de remplissage pour des matériaux fibreux composites. On peut aussi en faire du fourrage pour le bétail.

Dans un deuxième temps, toujours à partir de cette herbe, on fabrique un concentré de protéines pour les fourrages. Le résidu, quant à lui, sert à la production de biogaz, qu'on utilise dans une installation de couplage chaleur-force. Le courant écologique produit est commercialisé, et le surplus de biogaz injecté dans le réseau de gaz naturel.

Cette nouvelle installation va traiter annuellement quelque 5'000 t de biomasse séchée et produire 1'440 t de fibres et 8,9 millions de kWh de biogaz. L'exploitation débutera au printemps 2001.

Martin Rügsegger
Responsable du domaine
Biomasse de l'OFEN

Liens internet

Services industriels de Schaffhouse/Neuhausen, qui sont l'un des actionnaires de la nouvelle société Bioénergie Schaffhouse SA
www.shpower.ch

Technologies du biogaz commercialisées par l'entreprise 2B SA à CH-8600 Dübendorf
www.2bio.ch

Avant qu'il ne soit trop tard

La détection des anomalies de fonctionnement des installations CVC

Mark

Zimmermann

Chef du programme Systèmes pour le bâtiment de l'OFEN c/o LFEM/EMPA ZEN CH-8600 Dübendorf

Martin Stettler

Responsable du domaine Bâtiments de l'OFEN

Que peut-il vraiment se passer de mal dans un échangeur de chaleur sans qu'on le remarque ? Comment peut-on vérifier que la récupération de chaleur d'une installation centrale de conditionnement d'air fonctionne conformément aux spécifications ? Ou encore comment peut-on vérifier que les clapets et les vannes qui déterminent les courants volumiques ou massiques dans les installations de ventilation se ferment et s'ouvrent complètement, sans avoir à mesurer leur position ?

Encrassement croissant = rendement réduit

Dans les situations auxquelles les deux premières questions ci-dessus se réfèrent, des dépôts peuvent entraver petit à petit le transfert de chaleur et déplacer le point de fonctionnement de l'échangeur à côté de l'optimum. Quant au troisième cas, on peut le rencontrer dans une installation centrale de conditionnement d'air dans laquelle divers appareils et sous-systèmes sont commandés par l'intermédiaire de clapets et de vannes.

Ce qu'il y a de commun à toutes ces situations, c'est une réduction de l'efficacité énergétique qui se produit sans que l'on ait à signaler la moindre perte de confort. En effet, la régulation de ces installations considère ces conditions modifiées comme des perturbations au sens du réglage auto-

matique et les compense intégralement. Sauf exception, l'utilisateur ne se rend alors compte de rien. Ces anomalies ne sont pas non plus détectables par les systèmes d'alarme classiques. L'attention de l'utilisateur n'est finalement attirée que lorsque les puissances limites sont atteintes ou que l'anomalie de fonctionnement devient extrême. À ce moment-là, l'élimination de celle-ci par un ingénieur du service d'entretien est en général coûteuse.

Méthodes de détection précoce

Des méthodes spéciales ont été mises au point pour la détection précoce des anomalies citées. Elles ont toutes des aspects communs: elles s'appuient sur des modèles décrivant aussi simplement que possible le fonctionnement statique correct de l'installation ou de ses éléments. Cela implique que ces méthodes ne requièrent aucun point de mesure en plus de ceux nécessaires à la ré-

gulation et qu'elles incluent un algorithme de détermination des états stationnaires de l'installation. Les valeurs seuils nécessaires aux détecteurs pour déclencher une alarme ont été calculées à l'aide d'abondantes simulations et d'essais sur des installations réelles; la plupart d'entre elles sont ajustées une fois pour toutes.

Les méthodes mises au point pour la détection des anomalies ont été mises en œuvre exclusivement sous la forme de fonctions mathématiques introduites dans divers appareils existants; elles sont disponibles dorénavant comme fonctions standard ou en option:

- dans Unigyr, pour la surveillance de l'encrassement de l'échangeur;
- dans Aerogyr, pour la surveillance de la récupération de chaleur;
- dans Visonik PRV, pour la surveillance du conditionnement central de l'air.

Il s'est avéré que cette manière de détection des anomalies complète judicieusement les mécanismes usuels d'alarme et peut être intégrée à bon compte aux régulateurs connus. La clé de ce succès a été des modèles avec des paramètres faciles à déterminer; leur développement, par contre, a entraîné des dépenses relativement importantes et a nécessité de longs essais de mise au point.

3^e Foire suisse de la construction d'immeubles et du standard MINERGIE, en 2001

C'est à Berne dans l'enceinte de la BEA expo que se tiendra du 8 au 11 novembre 2001 la 3^e Foire suisse de la construction d'immeubles et du standard MINERGIE. Le succès des deux premières foires à Bienne a été tel que la manifestation doit changer de lieu pour disposer des surfaces nécessaires à son développement.

Parallèlement à l'exposition, un programme cadre sera mis sur pied, avec des congrès, des journées spéciales et des présentations qui attireront l'attention des visiteurs sur les ouvertures et les technologies les plus prometteuses.

Renseignements:
École suisse d'ingénieurs du bois (Ei-bois)
Konstantin Brander et Uwe Germerott
CH-2504 Bienne
www.hausbaumesse.ch

Le "Status-Seminar" présente l'état de la technique

Il y a 20 ans, le premier Séminaire était intitulé "Recherche en thermique du bâtiment". La mutation intervenue depuis lors vers la recherche énergétique et environnementale était on ne peut plus visible cette année au 11^e Séminaire de la série, à l'EPF de Zurich. La construction écologiquement durable est plus qu'une simple affaire de matériaux et d'installations techniques. Les différents exposés ont expliqué les rapports thématiques existants, présenté des analyses comparatives et abordé des développements architectoniques modernes.



Sous le nom de "Standard 21", un groupe de travail emmené par Martin Graf veut créer des standards obligatoires pour le bâtiment qui tiennent compte des aspects économiques, écologiques et sociaux, de ceux en rapport avec la santé ainsi que de l'écobiologie. Ces standards devraient permettre de comparer plus objectivement les performances. "Standard 21" intégrera les bases existantes, comme, par exemple, MINERGIE, et prévoit l'utilisation de méthodes connues.

Au chapitre de l'enveloppe du bâtiment, l'isolation thermique et les questions en rapport avec les immeubles comportant de grandes surfaces vitrées ont tenu le devant de la scène. Des propositions faisant appel à la simu-

lation numérique ont été également présentées sur le sujet de la "chaleur estivale".

Du côté des projets pilotes et de démonstration, l'attention s'est portée sur des concepts ultra-modernes de technique de construction et de systèmes énergétiques. Plusieurs exposés étaient consacrés à des logiciels d'aide à la conception ou utilisés comme outils de simulation. La seconde journée du séminaire, des applications thermiques de l'énergie solaire et des sujets en rapport avec les installations techniques du bâtiment ont complété les exposés consacrés aux techniques énergétiques. Ce onzième séminaire a été suivi par quelque 200 participants.

Sous le titre "Energie- und Umweltforschung im Bauwesen", on peut se procurer les actes du séminaire auprès du LFEM/EMPA ZEN: zen@empa.ch
On peut aussi consulter sur internet les différentes contributions présentées: **www.empa.ch/zen**

Les professions des installations techniques du bâtiment ont le vent en poupe

Une nouvelle campagne promotionnelle a été lancée par la Communauté de travail pour les installations techniques du bâtiment (AGHT). Dans deux containers d'ex-



position, les chances et les défis des professions de la branche sont présentés: chauffage, installations sanitaires, ventilation, installations électriques. Ces métiers sont de plus en plus étroitement liés les uns aux autres de par les fonctions des installations modernes. Les deux containers sont une excellente source d'information pour les écoles, les expositions et les entreprises.

Lien internet
www.mitbiss.ch



Séminaire d'automne du standard MINERGIE

Plus de 300 spécialistes se sont retrouvés au 6^e Séminaire d'automne organisé à Bienne par l'École suisse d'ingénieurs du bois (Ei-bois) et le Canton de Berne. Différents sujets y ont été abordés en vue de leur intégration aux systèmes pour le bâtiment: l'utilisation de l'énergie solaire, la géothermie, les piles à combustibles, etc. Dans son aperçu de l'état et des perspectives du Secteur des sources d'énergie renouvelables d'*Energie 2000*, Hanspeter Eicher a souligné la nécessité d'élargir le cercle des utilisateurs de ces techniques tout en attachant encore plus d'importance que jusqu'ici à la question de la rentabilité de la technique employée. À ce propos, les immeubles à appartements présentent aussi des aspects énergétiques qui jouent un grand rôle.



Table-ronde de discussion avec les conférenciers (de g. à d.): Christoph Häring, Markus O. Häring, Hanspeter Eicher, Alexander Schuler, Marion Hiller et Marie-Claude Bétrix ainsi que Ruedi Meier, modérateur.
(Photos: Patrick Brisset)

Eduard Kiener, directeur de l'Office fédéral de l'énergie, a donné une vue d'ensemble de la nouvelle situation de la politique énergétique de la Confédération et a souligné la portée de MINERGIE dans le programme *Suisse-Energie* qui va succéder à *Energie 2000*.



Séminaire d'automne avec exposition et stands d'information.

Pour recevoir d'autres informations ou commander les actes du séminaire: École suisse d'ingénieurs du bois (Ei-bois), CH-2504 Bienne, Karin Mathys, Tél. 032 344 03 47
www.sh-holz.ch

Plus de réseaux, moins de courant

Quelles conséquences la mise en réseau des ménages a-t-elle sur la consommation de courant ? Il se pourrait bien que, sous l'impulsion d'internet, l'idée de l'installation de réseaux numériques dans les maisons d'habitation prenne bientôt corps, alors qu'elle a germé dans les années 80. Plusieurs villes servent d'ores et déjà d'objets de démonstration en Suisse. Ce sont principalement les services multi-médias et la commande des installations techniques (éclairage, sécurité) qui y sont réalisés en réseaux.

Des mesures en conditions réelles montrent que le courant consommé en mode veilleuse dépend surtout du type d'alimentation des composants. C'est le nombre et le type des adaptateurs convertissant le courant alternatif du réseau 230 V en courant continu basse-tension qui est déterminant:

- Les sondes et les actionneurs ont besoin d'à peine 0,5 W s'ils sont alimentés à tension réduite par le système de bus; sinon, il leur faut environ 2 W.
- Des régulations intelligentes ont besoin de 2 W.
- La passerelle à large bande branchée sur le réseau public consomme de 15 à 25 W.

Par conséquent, une maison équipée d'un EIB ("European Installation Bus") a besoin de 20 à 30 W. Dans un bâtiment équipé d'un réseau Ethernet, il faut par contre compter 4 W environ par appareil connecté, ce qui fait grimper d'autant la facture annuelle d'électricité. Du point de vue technique, il faut donc installer le moins d'adaptateurs possible et prévoir une alimentation centrale par l'intermédiaire du bus de communication, avec un ou plusieurs adaptateurs électroniques à haute fréquence; ce type de matériel présente à la fois un haut rendement et de faibles pertes en mode veilleuse.

Rapport de recherche
"Vernetzung im Haushalt – Auswirkungen auf den Stromverbrauch"
Bernard Aebischer, Alois Huser

Roland Brüniger
Chef du programme Électricité de l'OFEN
c/o R. Brüniger AG
CH-8913 Ottenbach

Erwin Gautschi
Responsable du domaine
Électricité de l'OFEN

Thèmes de recherche du moment

Plan directeur du programme de recherche Électricité de l'OFEN pour les années 2000 – 2003

Le programme de recherche Électricité comprend tout ce qui touche au courant électrique, de sa production à son utilisation rationnelle en passant par son stockage et sa distribution. C'est un vaste domaine au sein duquel les points forts suivants ont été définis pour 2000 – 2003:

- propulsion et moteurs électriques
- informatique, technologie de la communication, automates
- réseau de distribution
- supraconductivité à haute température.

Utilisation de serveurs dans les PME

Une enquête de Michael Gubler et Matthias Peters auprès de 400 PME a révélé qu'il y avait un réel besoin de systèmes d'enclenchement et de déclenchement automatique des serveurs de réseaux pour la nuit et le week-end.

Étude du comportement des utilisateurs de PC en ce qui concerne leur enclenchement et leur déclenchement

Cette analyse étudie les possibilités d'utilisation et d'économie.

Nouveaux éléments FACTS pour les systèmes

De nouveaux éléments pour le transport d'énergie électrique munis de composants électroniques de puissance (FACTS – Flexible AC Transmission Systems) permettent de mieux tirer parti des systèmes de transport existants. Sur la base d'un onduleur, Dirk Westermann décrit les possibilités d'application des systèmes UPFC et ASC.

Tous les rapports peuvent être commandés à
www.electricity-research.ch
ou à ENET

Liens internet

Tout sur le programme de recherche Électricité de l'OFEN
www.electricity-research.ch

Fraunhofer Gesellschaft – Projet "inHaus NRW"
www.inhaus-nrw.de

D'une vague à l'autre avec la pile à combustible

Un projet ouvre la voie, pas à pas, à un système de propulsion prêt à la commercialisation

Jean-François Affolter

Haute école spécialisée du Canton de Vaud/EIVD
CH-1400 Yverdon

Alphons Hintermann

Responsable du domaine
Piles à combustibles
de l'OFEN

Les techniques de propulsion non polluantes sont de plus en plus demandées sur les lacs et cours d'eau. Le solaire photovoltaïque et les piles à combustibles sont deux réponses possibles qui ont la cote.

Avec le soutien de l'OFEN, la HES du Canton de Vaud à Yverdon a fait naviguer sur le lac de Neuchâtel voici quelques mois son prototype de bateau Hydroxy 300. Ce bateau est propulsé par une pile à combustible développée par le PSI, du type PEFC (*Polymer Electrolyte Fuel Cell*), utilisant de l'hydrogène comme agent énergétique et travaillant à la température de 60 °C environ. Toutefois, le premier élément de la pile a eu des problèmes, ce qui a fait chuter la puissance de l'ensemble. L'analyse de l'incident est encore en cours.

Les deux autres modèles de bateau Hydroxy 100 SILSE et ALPHA étaient largement automatisés. Ils ont fait avancer les connaissances en matière de manipulation de l'hydrogène et permis l'étude d'autres composants de la propulsion, comme, par exemple, sa commande. L'objectif du soutien de l'OFEN était l'évaluation des possibilités offertes par ce type de pile à combustible dans le domaine de la navigation.

Le prototype Hydroxy 100 a livré de nombreux enseignements qui servent à la mise au point d'un bateau propulsé à l'aide de piles à combustible.



Liens internet

Page d'accueil de la Haute école spécialisée du Canton de Vaud
www.eivd.ch

L'Institut Paul Scherrer, le partenaire qui a développé les piles à combustibles
www.psi.ch/fuelcell

MW-Line SA à CH-1400 Yverdon, l'entreprise de construction de bateaux associée au projet, qui met au point des modèles munis de systèmes de propulsion avancés
www.mwline.ch

Le bateau ALPHA recourait également à un système de propulsion développé par le PSI, d'une puissance de 1,6 kW. Ce bateau a atteint les 12 km/h et la pile à combustible a



bien réagi, rapidement, aux changements de puissance demandés. On envisage de continuer le projet par la construction d'un bateau de 6 places baptisé Hydroxy 2000, conçu sur la base de simulations numériques; ce catamaran devrait naviguer à 10 – 15 km/h. Si son financement peut être assuré, un prototype apte à la navigation pourrait servir au printemps 2002 à l'évaluation des chances de commercialisation. L'OFEN est prêt à prendre en charge le propulseur.

Il se peut qu'Hydroxy 2000 permette de tester au printemps 2002 l'aptitude fonctionnelle du bateau de 6 places.

Mobilité: un projet devient cantonal

3^e Rapport intermédiaire sur l'essai à grande échelle des VEL à Mendrisio

Martin Pulfer

Responsable du domaine Transports de l'OFEN

Le 3^e Rapport intermédiaire donne une vue d'ensemble des expériences faites au cours des quatre premières années de cet essai à grande échelle des véhicules électriques légers (VEL). Ce projet pilote et de démonstration encouragé par l'OFEN a stimulé la demande, imprimé des impulsions significatives à l'économie et lancé des discussions politiques bienvenues sur le thème de la mobilité durable.

Engagement couronné de succès, modèles nouveaux

Au cours de l'année 1999, par exemple, le nombre des VEL mis en circulation a été supérieur à celui des deux années précédentes. Plusieurs signaux positifs ont été donnés au public: de nouveaux modèles de véhicules, la location des batteries, des garagistes très motivés. Les 126 nouvelles immatriculations concernent avant tout deux modèles de scooter, un vélo électrique et un type de voiture automobile légère. Le règlement d'homologation des véhicules d'essai exige depuis 1997 une garantie complète d'au moins 36 mois pour les accumulateurs. Ce renforcement des prescriptions a conduit à l'élimination de plusieurs modèles de véhicules.

Pour 52% des acheteurs de VEL, la motivation est d'ordre écologique; ils utilisent ces véhicules principalement pour se rendre à leur travail. La décision d'achat est influencée par la subvention accordée (jusqu'à 60% du prix d'achat) et par le fait de disposer d'une place de parc réservée équipée pour la recharge des accumulateurs. En



La place de parc réservée, avec sa station de recharge des batteries, est un argument de poids à l'achat du véhicule, à côté de la subvention accordée.

outre, la période d'essai de 1 à 2 jours et les renseignements prodigués font prendre confiance à l'acheteur potentiel.

Des mesures d'accompagnement efficaces

Le projet de Mendrisio a permis de tester une quarantaine de mesures promotionnelles, notamment la suppression de la taxe routière de circulation, le service de dépannage gratuit, des stands VEL aux exposi-

Liens internet

Pour tout renseignement sur le projet VEL de Mendrisio, y compris les véhicules en circulation
www.infovel.ch

Club suisse des véhicules électriques
www.ecs-five.ch

Association suisse pour les véhicules routiers électriques
www.e-mobile.ch

Bibliographie:
Essai à grande échelle des véhicules électriques légers (VEL) à Mendrisio
3^e Rapport intermédiaire
AssoVel, Mendrisio
Étude n° 33, disponible en 4 langues
Pour commander:
BBL/EDMZ,
CH-3003 Berne

tions régionales et une campagne d'affichage. La location de VEL et le concept élargi "EasyMove" qui lui a succédé aident à se familiariser avec ces nouveaux véhicules et encouragent la mobilité combinée à partir des plus grandes gares du Canton du Tessin.

Extension au canton entier et à d'autres véhicules

Le projet VEL 1 qui va se terminer est un premier pas en faveur de la sensibilisation

du public et des responsables politiques. Il influence en outre de manière durable les habitudes d'achat des automobilistes.

Avec le projet VEL 2 qui doit lui succéder en 2001, le Canton du Tessin veut lancer un programme promotionnel en faveur des véhicules utilisant efficacement l'énergie. L'extension géographique et stratégique des essais pour la période 2001 – 2004 a pour but de réduire la consommation d'énergie, les émissions de polluants et le bruit. Les subventions versées seront cal-

culées sur la base des émissions de CO₂; pourront en bénéficier, à côté des véhicules électriques, les autos hybrides et les modèles classiques à faible consommation d'essence.

À partir de 2005, il est prévu, dans le cadre de VEL 3, d'agir sur le comportement du public en matière de mobilité par le biais de mesures relevant de l'économie de marché.

Des batteries tessinoises

L'entreprise MES-DEA SA (Divisione Energie Alternative), qui fait partie d'un groupe international, fabrique à Stabio différents composants pour l'industrie automobile et celle de l'électro-ménager. Forte de son expérience en la matière, elle produit désormais aussi de manière rationnelle les accumulateurs ZEBRA®. L'essai des VEL en cours au Tessin n'est pas étranger à la décision d'ajouter ce nouveau produit au programme de production.

Une production en expansion grâce à une technologie convaincante

Cette technologie appartenait à AEG Anglo Batteries, une "joint venture" de Daimler-Chrysler SA et d'Anglo-American Corporation. Sa reprise par MES-DEA a nécessité la construction d'un nouveau centre susceptible de produire environ 100'000 accumulateurs dans les dix prochaines années. Cette opération est allée de pair avec la création de 400 emplois nouveaux.

La technologie ZEBRA fait appel au sel et au nickel pour les électrodes et à un électrolyte à base de céramique. La cellule standard de type ML3G a une capacité de 32 Ah pour un poids de 715 g, ce qui donne une densité d'énergie stockée de 115 Wh/kg. Une batterie compte 216 de ces cellules. Les batteries d'accumulateurs actuellement disponibles sur le marché sont de 557 V/32 Ah et 278 V/64 Ah respectivement. Les expériences faites jusqu'ici confirment leur longue durée de vie, due au fait que les matériaux utilisés ne sont pas sujets à la corrosion.

La sécurité est une condition primordiale pour l'utilisation dans un véhicule électrique. Elle est déterminée par le choix des matériaux, le boîtier métallique fermé et la double paroi. Le recyclage des batteries par les aciéries ne pose aucun problème: on les ajoute aux maté-



L'équipe du développement de MES-DEA travaille à l'optimisation de la batterie ZEBRA.

riaux servant à la production d'acier inoxydable; le nickel et l'acier sont ainsi recyclés tandis que le sel et la céramique se retrouvent dans les scories.

Construction compacte et puissance adaptable aux besoins

Sur la base de son expérience en matière de composants pour l'automobile, MES-DEA a conçu l'accumulateur ZEBRA comme unité compacte à monter directement dans le véhicule, avec la commande, le sectionneur principal, le chargeur et le dispositif de surveillance de la température. On peut brancher en parallèle jusqu'à 16 unités, ce qui correspond à 285 kWh et 510 kWh respectivement.

nouvelle série d'essais dans l'entreprise met à contribution sept Renault Twingo, pour vérifier l'adéquation de tous les composants en conditions réelles d'exploitation.

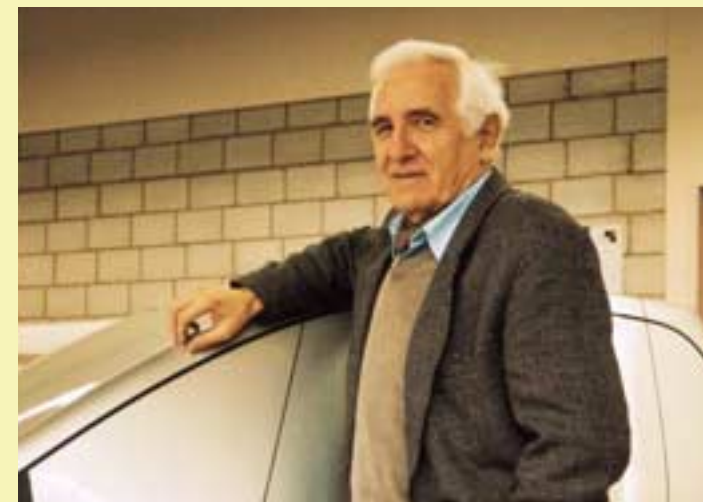
Cord-H. Dustmann
MES-DEA SA
CH-6855 Stabio
www.cebi.com

Au service de l'homme en déplacement

La société Horlacher SA, un pionnier qui a marqué plusieurs modèles de son empreinte

Le "Zebbralift", c'est ainsi que s'appelle la dernière innovation de Horlacher SA à Möhlin, présentée au public à l'occasion de SUN21 à Bâle, en même temps qu'un aperçu des développements de cette société dans le domaine des véhicules. ENET-NEWS s'est adressé à son directeur, Max Horlacher, et lui a demandé les raisons de cette nouveauté.

Max Horlacher:
"Notre visée est le construction légère par l'assemblage de produits synthétiques."



Zebbralift

Au lieu d'attendre au passage "zébré", le piéton de l'avenir prendra le "Zebbralift", véritable tapis volant. Ce nouveau moyen de déplacement transporte les personnes dans une cabine par-dessus les routes très fréquentées et les voies de chemin de fer. Un moteur déplace la cabine sur un profilé d'acier jusqu'à la hauteur désirée, puis horizontalement au-dessus de l'artère fréquentée, jusqu'à l'extrémité du parcours, de l'autre côté. La hauteur et la largeur de la cabine peuvent être adaptées à la capacité et aux dimensions requises.

Pourquoi avez-vous développé le "Zebbralift" ?

Max Horlacher: Comme pour maintes inventions, l'étincelle initiale a jailli au cours d'une conversation. Au centre de notre philosophie se trouve toujours l'homme mobile; c'est pour lui que nous mettons au point

des véhicules respectueux de l'environnement. Pourquoi donc les piétons doivent-ils emprunter si souvent des passerelles ou des passages souterrains quand ils veulent traverser une artère très fréquentée ? Si l'on avait investi dans le mouvement transversal même la moitié seulement de l'effort d'imagination qu'on a placé dans les déplace-



Le Zebbralift, ou comment traverser élégamment les artères fréquentées.

ments parallèles aux courants principaux de trafic, on aurait certainement trouvé d'autres solutions que celles que l'on connaît actuellement, pénibles et coûteuses. Le nouveau "Zebralift" traverse des rues ou des voies de chemin de fer par une combinaison de déplacements verticaux et horizontaux.

Selon vous, les applications de ce nouveau moyen de déplacement seront-elles nombreuses ?

Cette solution s'imposera chaque fois que la traversée d'une artère principale est nécessaire ou souhaitée et qu'elle est impossible directement, par exemple par un passage "zébré" pour piétons (d'où le nom de "Zebralift"). Des cabines de 4 à 10 places suffisent à absorber les circulations de piétons observées le plus fréquemment. La construction métallique proposée sera une solution plus avantageuse que les ponts ou souterrains habituels. Une étude faite par des étudiants de la HES des deux Bâle (FHBB) ainsi que des travaux de développement encouragés par l'OFEN ont confirmé ces affirmations.

La spécialité de Horlacher SA est depuis longtemps le travail des matières plastiques. Qu'est-ce qui, à l'époque, vous a décidé à vous lancer dans la construction de véhicules ?



C'est en 1985 que nous avons eu l'occasion, en tant que spécialistes du travail des matières plastiques, de construire des véhicules "alternatifs" pour le Tour-de-Sol de l'époque. En suite de quoi, nous avons fabriqué des "kits" pour véhicules solaires, tout en reconnaissant qu'il faudrait bien une fois procéder à des développements systé-



Max Horlacher (au centre) avec Thomas Efler (à droite) et Ernst Reinhard.

matiques pour en faire des véhicules de tous les jours. *Energie 2000* et ses mesures d'encouragement nous ont permis de passer à la réalisation de ces idées et de fabriquer des prototypes d'autos de ce genre nouveau.

Donnez-nous les thèmes principaux de ces années de développement.

Nous nous sommes concentrés sur la construction légère à base de matières plastiques. Ces structures devaient évidemment passer avec succès les "crash tests". Et il fallait adopter une technique modulaire de façon à simplifier la production et le monta-



ge. Notre Modultec intègre tous ces aspects. Nous pensons même que ces travaux ont eu une influence positive sur le développement de plusieurs petits véhicules, notamment la *Smart*, et nous nous félicitons de la mise sur le marché de celle-ci; à coup sûr, c'est un facteur propre à renforcer la confiance du public dans les très petits véhicules.

Quelles ont été les contraintes que "Modultec" a dû respecter ?

Les pièces détachées devaient être légères, belles, et pouvoir être fabriquées facilement, avec des surfaces intérieure et extérieure dans leur état définitif au moment de quitter la machine de production. Comme matériau, nous avons évalué le PET. Il fallait aussi que les différents éléments contiennent l'infrastructure fonctionnelle de l'auto, comme les espaces pour les réservoirs et le câblage. La propulsion devait pouvoir être choisie parmi toutes les solutions raisonnablement intégrables au véhicule. Par exemple, il devait être possible de placer à l'avenir un réservoir à hydrogène dans le fond de la caisse.

Vous avez annoncé pour 2001 un prototype de "Modultec". Ce calendrier est-il réaliste ?

La présentation à maintes reprises du concept "Modultec" a soulevé par le passé un intérêt considérable. Avec un groupe de partenaires intéressés, nous travaillons à la réalisation et à la commercialisation de cette automobile.

Rencontrez-vous ici le soutien que vous attendiez de l'industrie suisse ?



N'avons-nous pas dû constater ces dernières années que les constructeurs de véhicules disparaissaient de Suisse les uns après les autres, au point bientôt de ne plus pouvoir même monter une seule roue dans notre pays ? Cela n'arrange pas vraiment les choses pour notre projet. Mais en même temps, de nombreuses entreprises sont des



Même le président américain Bill Clinton a été impressionné par les développements d'Horlacher SA.

fournisseurs importants de pièces détachées pour les fabricants d'automobiles renommés. C'est pourquoi nous voyons nos compétences de base surtout dans les développements novateurs et les produits très ciblés. Par exemple, nous mettons notre savoir-faire à profit pour mettre au point des solutions qui permettent de réduire de moitié le poids du véhicule. Et nous restons fidèles au principe de la mobilité, considérée dans son ensemble sur la base d'une utilisation durable des ressources.

www.horlacher.ch

Monté en un rien de temps: le système "Modultec", un kit modulaire.



Modultec

En assemblant des éléments modulaires de matière plastique, on en fait une automobile dont le poids est beaucoup plus faible que celui des modèles courants d'aujourd'hui. Évidemment, la consommation d'énergie est aussi réduite parallèlement. La matière synthétique utilisée est un thermoplastique qui se travaille facilement, offre une grande stabilité et est parfaitement recyclable.

Rouler avec deux carburants

Fritz Stuker
CH-8184
Bachenbülach

Beat Sommariva
W. Schmid SA
CH-8152
Glattbrugg

Martin Pulfer
Responsable du
domaine Transports
de l'OFEN

Martin Rüeeggesser
Responsable du
domaine Biomasse
de l'OFEN

Toujours plus de véhicules utilisent le gaz de compost comme carburant

La fermentation des déchets organiques produit du biogaz et du compost. Il est possible de préparer et de comprimer ce biogaz, puis de l'utiliser comme carburant pour des véhicules équipés de manière appropriée. Le biogaz est un carburant dit neutre en terme d'émission de CO₂, puisque sa combustion ne libère aucun CO₂ supplémentaire dans l'atmosphère. C'est l'avantage qu'exploite intégralement le projet "Kompogas" (= gaz de compost) à Bachenbülach. Dans cette commune zurichoise, on compte déjà plus de 200 véhicules en circulation qui utilisent parallèlement deux carburants, le biogaz et l'essence ordinaire.

Fritz Stuker, conseiller municipal et chef du projet: "Rouler tout en ménageant l'environnement est une contribution personnelle à l'amélioration de la qualité de l'air, pour de nombreux participants un mobile de la première importance. À côté de cela, il est clair que le soutien financier accordé a aidé plus d'un participant à faire le pas. Notre projet se termine, il est vrai, à la fin de l'année 2000; nous serions comblés si une action à grande échelle prenait la relève dans tout le pays."

Les déchets végétaux ne doivent pas être incinérés

"Au départ, en 1985, nous avons introduit un concept de gestion des déchets qui ne prévoyait qu'une taxe d'élimination à percevoir sur chaque sac d'ordures. Les principes écologiques voulaient en effet que les déchets "verts" soient valorisés de manière décentralisée. Pourtant, une enquête réalisée en 1990-91 révéla que les deux tiers environ de ces déchets se retrouvaient encore dans les fours d'incinération des usines. Décevant ! Il fallait donc trouver une solution centralisée."

À l'époque, la société W. Schmid SA (Kompogas SA) à Glattbrugg était à la re-

cherche d'un terrain pour une installation destinée à la production de biogaz à partir des déchets végétaux. L'installation construite, conçue comme un système fermé, travaille sans émissions. Les déchets verts sont triés à la main et à la machine pour en éliminer les corps étrangers; puis, après avoir été hachés, ils parviennent à un stock intermédiaire avant d'être introduits dans un digesteur complètement fermé; la fermentation anaérobie (sans oxygène) qui s'y déroule produit 100 à 150 m³ de biogaz par tonne de déchets verts.

Ce processus produit aussi un terreau de première qualité à raison d'une dizaine de m³ par jour, parfaitement hygiénique après ce séjour de 15 à 20 jours à la température de 55 à 60 °C.

Deuxième étape: le carburant

Utilisant le biogaz de leur installation pour entraîner un couplage chaleur-force, les promoteurs ont tout naturellement pensé qu'il serait facile d'étendre cette utilisation aux moteurs des automobiles, d'abord à l'échelle de la région, puis bientôt dans tout le pays. La production journalière de biogaz se monte à environ 2'600 m³, ce qui, du point de vue énergétique, correspond à environ 1'700 litres d'essence. Les participants au projet Kompogas ont reçu à titre d'encouragement le remboursement d'une partie des frais supplémentaires occasionnés par le fait que leur véhicule devait pouvoir utiliser les deux

carburants. En outre, dès le lancement du projet, le biogaz a été livré à la moitié du prix de son "équivalent énergétique essence", ce qui a considérablement réduit les frais courants des participants.

Beat Somnavilla, chef du marketing chez W. Schmid SA: "Dans la région nord de Zurich circulent aujourd'hui dans l'ensemble quelque 300 véhicules utilisant du biogaz comme carburant, dont plusieurs bus appartenant à des hôtels, ainsi que des véhicules utilitaires. Actuellement, nous construisons des installations de gaz de

le gaz en plus de celle donnée par l'essence, est un avantage décisif pour le client. Les stations-services pour le gaz peuvent être construites partout où le raccordement au réseau de gaz naturel est possible. De nouvelles stations ont vu le jour à Brugg, Lenzburg, Berne, Bienne, Soleure, Rapperswil et Morges.

Le changement de carburant (gaz → essence ou inversement) s'effectue de l'intérieur du véhicule par simple pression sur un bouton. La Commune de Bachenbülach met des véhicules de location à la disposition de



compost dans la partie occidentale du pays, de l'Argovie au Léman en passant par Berne. Ensuite, ce sera le tour de la Suisse orientale et du Tessin. Nous aurons ainsi mis sur pied un réseau complet qui permettra d'utiliser les véhicules à biogaz dans tout le pays."

Croissance exponentielle grâce aux avantages de l'utilisateur

Plusieurs fabricants de la branche automobile offrent aujourd'hui des véhicules de série adaptés aussi bien au gaz qu'à l'essence. Par exemple, la Fiat Multipla et la Volvo, conçues pour les deux modes d'utilisation, ont un réservoir à gaz intégré au plancher, ce qui laisse libres le coffre et l'habitacle. Comme la densité des stations-services qui livrent du gaz reste faible, le fait de jouir d'une autonomie de 450 km avec

Le cycle de valorisation des déchets végétaux, avec l'utilisation possible du gaz, du courant électrique, du terreau de compost, de l'engrais liquide et de la chaleur.

tous ceux qui désirent faire l'essai d'un véhicule à deux carburants. Le projet Kompogas a été déclaré partie intégrante du concept de mobilité écologique au même titre que l'essai des VEL de Mendrisio (Tessin). Les expériences faites jusqu'ici et les consommations enregistrées ont été soigneusement consignées; elles servent de base à l'analyse du projet "Kompogas", qui est soutenu par l'OFEN, le Canton et la Commune.

Liens internet

Tout sur le biogaz et sa valorisation comme agent énergétique:
www.kompogas.ch

Ensemble au lieu de "chacun pour soi"

De nombreuses activités de recherche profitent des réseaux internationaux et des programmes d'encouragement

Les recherches effectuées en collaboration avec des partenaires étrangers complètent de manière idéale les activités suisses. C'est pourquoi l'OFEN soutient activement un certain nombre de projets internationaux.

Les programmes cadres de l'UE

La première participation de la Suisse au Programme-cadre pour la recherche et le développement technologique (PCRD) de l'Union européenne (UE) remonte déjà à 13 ans. Le 4^e programme cadre, de 1995 à 1998, avait, quant à lui, un volet "Énergie" dans lequel la Suisse était représentée par 108 participations (dont 29 pour le programme NFS (Nuclear Fission Safety). Dans les secteurs "Énergies traditionnelles" et "Sources d'énergie renouvelables" des programmes JOULE (*Joint Opportunities for Unconventional or Longer-term Energy supply*) et THERMIE (*Technologies Européennes pour la Maîtrise de l'Énergie*), on a enregistré 79 participations à 69 projets (68 participations à 59 projets JOULE et 11 participations à 10 projets THERMIE). Cela témoigne du succès durable de la coopération suisse en matière de recherche.



Entretiens, le 5^e Programme-cadre (1999-2002) a été lancé. La Suisse met à disposition une aide financière de 122 millions de francs au titre des engagements nouveaux pour l'année 2000. Dans le volet "Énergie" du programme baptisé EESD (*Energy, Environment and Sustainable Development*) 40 participations ont déjà été acceptées.

L'AIE, une agence en vue

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) a été fondée en 1974 comme organisation autonome au sein de l'OCDE. L'une de ses activités principales est l'encouragement de la recherche, du développement et des projets de démonstration dans le domaine des techniques énergétiques nouvelles susceptibles de réduire la dépendance unilatérale des produits pétroliers, d'assurer l'approvisionnement énergétique à long terme et de réduire l'effet de serre. La Suisse participe à plusieurs programmes de l'AIE.



Des services d'information pour les chercheurs

ETDE (*Energy Technology Data Exchange*) met à la disposition du monde de la recherche la base de données ETDEWEB (*ETDE World Energy Base*) créée en 1987 dans le cadre de l'AIE et présente sur Internet depuis le 16 novembre 1999. Cette base compte aujourd'hui plus de 4 millions d'enregistrements avec des rapports sur l'énergie, des contributions à des conférences et des livres. Pour avoir accès gratuitement aux 700'000 résumés qui peuvent être téléchargés individuellement, il suffit de se faire enregistrer préalablement et directement sur le site Internet.

ETDEWEB

INFO2000 est un programme d'encouragement de l'UE en faveur du développement d'une industrie européenne du contenu d'information. Sa page d'accueil donne aussi accès au système d'information CORDIS.

Liens internet

On trouve les informations sur les programmes-cadres de l'UE à l'Office fédéral de l'éducation et de la science (OFES) et sur le site de CORDIS:
www.admin.ch/bbw
www.cordis.lu/src/d_001_en.thm

AIE - Agence internationale de l'énergie
Un aperçu est disponible sous
www.iea.org

ETDE offre une base de données de grande dimension sur le sujet de l'énergie
www.etde.org/etdeweb

INFO2000
<http://158.169.50.95:10080/info2000>

Autres systèmes d'information intéressant la recherche
www.energy-research.ch
www.aramis-research.ch
www.swiss-science.org

sans oublier ENET, le site de toutes les publications suisses du domaine de l'énergie
www.energieforschung.ch

Il existe encore trois systèmes d'information qui renseignent sur les projets de recherche et de développement en Suisse: energy-research, aramis-research et swiss-science.



Christophe de Reyff

OFEN, Coordination de la recherche énergétique et du transfert de technologie



Recherche énergétique en général

PSI-Jahresbericht 1999: Allgemeiner Teil / PSI. – 02.2000 – 73 S. SFr. – Nr. 200056

Forschungs- und Entwicklungsinitiativen: Für Firmen relevante nationale und internationale Initiativen im Überblick: Broschüre / Euro-Beratung 05.2000 – 18 S. SFr. 15.00 Nr. 200063

Evaluation: Investitionsprogramm Energie 2000, Auswirkungen auf Wirtschaft, Energie, Umwelt: Schlussbericht / Iten, R.; Hammer, S.; Kessler, S.; Brunner, S.; BFE. – 11.1999 – 242 S. zu beziehen bei EDMZ 805.519 d, Nr. 200064

Internationale Zusammenarbeit mit IEA-HPP und EU: Statusbericht / Afjei, Th.; BFE. – 08.2000 – 15 S. SFr. 15.00 Nr. 200065

Rejets de chaleur

Abwärmenutzung aus bestehendem Schmutzwasserkanal in Zwingen: Energiebilanz und Betriebsverhalten im Jahr 1999: Zwischenbericht / Längin, E.; BFE. – 03.2000 – 18 S. SFr. 15.00 Nr. 200030

Biomasse

Production de biogaz à partir de déchets organiques humides: Rapport final / Membrez, Y.; Descloux, D.; Dubois, B.; Schwitzguébel, J.P.; Wellinger, A.; OFEN. – 03.2000 – 100 S. SFr. 40.00 Nr. 200027

Rationelle Energieanwendung in der Landwirtschaft (REAL): Jahresbericht 1999 / Hersener, J.L.; Meier, U.; BFE. – 01.2000 – 8 S. SFr. – Nr. 200038

Pflanzenöleinsatz im schnelllaufenden, direkteingespritzten PKW-Dieselmotor: Jahresbericht 1999 / Meyer, M.; BFE. – 01.2000 – 12 S. SFr. – Nr. 200039

Prozessverhalten von in der Schweiz eingesetzten MSW-Gär-systemen unter dem Einfluss steigender Anteile an Küchen-abfälle: Phase II: Jahresbericht 1999 / Schober, G.; BFE. – 01.2000 – 8 S. SFr. – Nr. 200040

Stromproduktion aus Feststoff-Vergärung: Ökobilanz: Schlussbericht / Schleiss, Konrad.; Edelmann, Werner.; BFE; Biogas Forum. – 01.2000 – 47 S. SFr. 20.00 Nr. 200119

Valorisation bioénergétique de fumiers de volailles («GALIGAZ»): Rapport final / Membrez, Yves.; Clément-Arnold, Elisabeth.; Schwitzguébel, Jean-Paul.; Dubois, Bernard.; Kuhn, Christian.; Heckly, Claude.; OFEN. – 03.2000 – 71 S. SFr. 30.00 Nr. 200122

Transfer of cesium from the xylem to the phloem in the stem of wheat: Biologia plantarum 43 (2): 309 – 311 / Feller, U.; Riesen, T.; Zehnder, H.-J.; Biologia Plantarum 10.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200108

ENET-News Nr. 45 deutsch / ENET. – 08.2000 – 35 S. SFr. – Nr. 200111

ENET-News Nr. 45 français / ENET. – 08.2000 – 35 S. SFr. – Nr. 200112

Nuovo Centro Sportivo Bellinzona: Impianto di recupero del calore dall’impianto di produzione del ghiaccio e misurazione e controlli delle energie: Schlussbericht / Rusconi SA.; Colombo & Pedroni SA.; Rigozzi SA.; Municipio della Città di Bellinzona.; BFE. – 05.2000 – 78 S. SFr. 40.00 Nr. 200031

Caractérisation de filières de production de bioéthanol dans le contexte helvétique: Rapport final / Fromentin, A.; Biollay, F.; Dauriat, A.; Lucas-Porta, H.; Marchand, J.-D.; Sarlos, G.; OFEN. – 03.2000 – 99 S. SFr. 40.00 Nr. 200123

Caractérisation de filières de production de bioéthanol dans le contexte helvétique: Annexes au rapport final / Fromentin, A.; Biollay, F.; Dauriat, A.; - Lucas-Porta, H.; Marchand, J.-D.; Sarlos, G.; OFEN. – 03.2000 – 176 S. SFr. 60.00 Nr. 200124

Co-digestion of organic solid waste and sludge from sewage treatment: IWA Publishing 2000, 213-221 / Edelmann, W.; Engeli, H.; Gradenecker, M.; IWA. - 10.2000 - 9 S. SFr. 15.00 Nr. 200106

Ecological, energetic and economic comparison of anaerobic digestion with different competing technologies to treat biogenic waste: IWA Publishing 2000, 263 - 273 / Edelmann, W.; Schleiss, K.; Joss, A.; IWA. - 10.2000 - 10 S. SFr. 15.00 Nr. 200107

Utilisation et distribution de l’électricité

Assessing the impacts of high temperature superconductivity: Jahresbericht 1999 / Vecsey, G.; BFE. – 01.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200042

Zuverlässigkeit von Sicherheitsschaltungen gegen Inselbildung: Jahresbericht 1999 / Real, M.; BFE. – 01.2000 – 5 S. SFr. – Nr. 200044

Flywheel energy storage for wind power generation FlyWIP: Jahresbericht 1999 / von Burg, P.; BFE. – 12.1999 – 4 S. SFr. – Nr. 200045

Entwicklung neuer systemorientierter FACTS-Elemente: Jahresbericht 1999 / Schäfer, C.; BFE. – 12.1999 – 8 S. SFr. – Nr. 200046

10 MVA-Hochtemperatur-Supraleitungs-Transformator: Jahresbericht 1999 / Zueger, H.; BFE. – 01.2000 – 5 S. SFr. – Nr. 200047

Betreuung des Kompetenzzentrums Energie- und Informationstechnik: Jahresbericht 1999 / Aebischer, B.; BFE. – 12.1999 – 4 S. SFr. – Nr. 200048

Feldtest von Hochleistungskochsystemen: Jahresbericht 1999 / Erb, M.; BFE. – 12.1999 – 4 S. SFr. – Nr. 200049

Vernetzung im Haushalt: Jahresbericht 1999 / Aebischer, B.; BFE. – 12.1999 – 2 S. SFr. – Nr. 200050

Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz: Jahresbericht 1999 / Gloor, R.; BFE. – 12.1999 – 4 S. SFr. – Nr. 200052

AC Manager: P&D-Projekt in der Bundesverwaltung: Jahresbericht 1999 / Huser, A.; BFE. – 01.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200053

Fondements de l’économie énergétique

Verbesserte Deckung des Nuklearrisikos zu welchen Bedingungen ? / Zweifel, P.; Umbricht, R.D.; BFE. - 07.2000 - 81 S. SFr. 40.00 Nr. 200026

Géothermie

Erneuerbarkeit von Erdwärme – gemeinsame Erklärung / Eugster; Walter J.; Huber, A.; BFE. – 10.2000 – 5 S. SFr. 15.00 Nr. 200115

Neue systemorientierte FACTS-Elemente: Schlussbericht / Westermann, D.; BFE.; PSEL. – 05.2000 – 23 S. SFr. – Nr. 200076

Neue sytemorientierte FACTS-Elemente: Zusammenfassung Schlussbericht / Westermann, D.; BFE.; PSEL. – 05.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200077

Konzept BFE-Forschungsprogramm «Elektrizität» 2000-2003: Konzept / Brüniger, R.; BFE. – 08.2000 – 54 S. SFr. – Nr. 200089

Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben: eine empirische Untersuchung zum effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern in der Nacht und an Wochenenden/Feiertagen in Klein- und Mittelbetrieben in der Deutschschweiz: Schlussbericht / Gubler, M.; Peters, M.; BFE. – 09.2000 – 52 S. SFr. – Nr. 200093

Servernutzung in Klein- und Mittelbetrieben: eine empirische Untersuchung zum effektiven Bedarf von Netzwerk-Servern in der Nacht und an Wochenenden/Feiertagen in Klein- und Mittelbetrieben in der Deutschschweiz: Zusammenfassung / Gubler, M.; Peters, M.; BFE. – 09.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200094

Untersuchung des Verhaltens von Endbenutzern bezüglich Ein- und Ausschalten von PCs: Schlussbericht / Frauenfelder, S.; Berays, L.; BFE. – 09.2000 – 23 S. SFr. – Nr. 200095

Untersuchung des Verhaltens von Endbenutzern bezüglich Ein- und Ausschalten von PCs: Zusammenfassung / Frauenfelder, S.; Berays, L.; BFE. – 09.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200096

Erhebung der durchschnittlichen Energiekennzahlen für Neubauten in 13 Kantonen: Bericht / Brühlmann, K.; Tochtermann, D.; BFE. - 09.2000 - 50 S. SFr. 20.00 Nr. 200028

Bois

IEA Bioenergy Agreement – Task 20, Thermal Gasification:
Jahresbericht 1999 / Bühler, R.; BFE. – 12.1999 – 10 S. SFr. – Nr. 200032

Kontinuierliche Teerbestimmung bei Holzvergasern mittels FID:
Jahresbericht 1999 / Hasler, P.; Nussbaumer, Th.; BFE. – 07.2000 – 7 S. SFr. – Nr. 200033

Partikelabscheidung bei Holzfeuerungen mit Wirbeltrennverfahren und Kappa-Zyklon:
Jahresbericht 1999 / Oser, M.; Nussbaumer, Th.; BFE. – 01.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200034

Auslegungsgrundlagen für Holzfeuerungen:
Jahresbericht 1999 / Bruch, C.; Nussbaumer, Th.; BFE. – 01.2000 – 9 S. SFr. – Nr. 200035

Grundlagen der Aerosolbildung in Holzfeuerungen:
Jahresbericht 1999 / Oser, M.; Nussbaumer, Th.; BFE. – 01.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200036

Entwicklung eines Mess- und Prüfverfahrens zur Bestimmung von Wirkungsgrad und Emissionen von Holz-Feuerstätten schwerer Bauart (Speicheröfen):
Jahresbericht 1999 / Gaegauf, C.; Macquat, Y.; BFE. – 01.2000 – 7 S. SFr. – Nr. 200037

Fuel Staging for NOx Reduction in Automatic Wood Furnaces:
Diss. ETH No 13531 / Salzmann, R.; 04.2000 – 148 S. SFr. 40.00 Nr. 200097

Luftreinhaltung, Haus-Systeme und Stromerzeugung:
Tagungsband zum 6. Holzenergie-Symposium 20.10.2000 / Thomas Nussbaumer (Hrsg.) 04.2000 – 148 S. SFr. 40.00 Nr. 200097

Photovoltaïque

16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition Glasgow 1–5 May 2000 aus Schweizer Sicht:
Bericht / Nowak, S. et al.; BFE. – 06.2000 – 36 S. SFr. 20.00 Nr. 200029

OptiPV: Optimaler Systemaufbau von kostengünstigen PV-Anlagen: Planungsunterlage/ Renken, C.; Muntwyler,U.; BFE. – 07.2000 – 35 S. SFr. 20.00 Nr. 200057

Literature survey and analysis of non-technical problems for the introduction of building integrated photovoltaic systems:
Task VII, Report IEA PVPS 7-01:1999 / van Mierlo, B.; Oudshoff, B.; 03.1999 – 46 S. SFr. 20.00 Nr. 200105

Centrale di prova per componenti e sistemi per progetti nel campo della tecnica fotovoltaica: TISO – periodo V: 1997–1999 / Camani, Mario; Travaglini, Giorgio; Cereghetti, Nerio; Chiancese, Domenico; Rezzonico, Sandro; BFE. – 02.2000 – 108 S. SFr. 50.00 Nr. 200134

Chaleur solaire

Gain control for solar wall heating with transparent insulation (TI) - Requirements for cost effective application of natural ventilation in multifunctional and ventilated façades (MFVF):
zusammenfassender Beitrag EuroSun 2000 Konferenz / Haller, A.; Althaus, H.-J.; Platzer, W.J.; Goerdts, W.; Ernst Schweizer AG; ISE; PSE. – 07.2000 – 8 S. SFr. 15.00 Nr. 200058

Hinterlüftete, transparent wärmegeämmte Vorhang-fassadenelemente:
Schlussbericht / Schneiter, P.; Haller, A.; BFE; BBT; Eternit AG. – 05.2000 – 81 S. SFr. 40.00 Nr. 200059

Solar energy materials & solar cells 239–253: Round robin on accelerated life testing of solar absorber surface durability:
Bericht / Brunold, S.; Frei, U.; Carlsson, B.; Müller, K.; Köhl, M.; SPF; SP; ISE. – 09.1999 – 16 S. SFr. 15.00 Nr. 200060

Solar energy materials & solar cells 223–238: Comparison between predicted and actually observed in-service degradation of a nickel pigmented anodized aluminium absorber coating for solar DHW systems:
Bericht / Carlsson, B.; Müller, K.; Köhl, M.; Frei, U.; Brunold, S.; Swedish National Testing and Research Institute; SPF; Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. – 09.1999 – 16 S. SFr. 15.00 Nr. 200061

Solar energy materials & solar cells 255–275: Qualification test procedure for solar absorber surface durability:
Bericht / Calsson, B.; Müller, K.; Köhl, M.; Frei, U.; Brunold, S.; Swedish National Testing and Research Institute; Fraunhofer Insitute for Solar Energy Systems, SPF. – 09.1999 – 21 S. SFr. 15.00 Nr. 200062

Motivation zum Einsatz von Sorptionsspeichern in der thermischen Solartechnik:
Bericht / Gantenbein, P.; Frei, U.; BFE. – 06.2000 – 7 S. SFr. 15.00 Nr. 200066

Sommersonne für den Winter speichern – ein Traum? :
Sonderdruck SI+A, 14/20 Gantenbein, P.; Frei, U.; BFE. – 06.2000 – 7 S. SFr. 15.00 Nr. 200066

Etude d’une maison solaire active avec stockage en dalles au Tessin:
Rapport final / Pahud, D.; OFEN. – 09.2000 – 40 S. SFr. 20.00 Nr. 200102

Renovieren mit der Sonne: Solarenergienutzung im Altbau: ISBN 3-922964-81-8 Haller, Andreas.; Humm, Othmar.; Voss, Karsten.; BFE. – 10.2000 – 181 S. im Buchhandel erhältlich Nr. 200117

Lösungsansätze zur Reduktion von Problemen bei sommerlichem Wärmeüberschuss von thermischen Solaranlagen /
Frei, Ueli; Institut für Solartechnik der Hochschule Rapperswil. – 11.2000 – 6 S. SFr. – Nr. 200128

Transports

Grossversuch mit Leicht-Elektromobilen (LEM) in Mendrisio:
3. Zwischenbericht / Energie 2000. – 08.2000 – 48 S. SFr. 20.00 Nr. 200100

Grossversuch mit Leicht-Elektromobilen in Mendrisio: Bevölkerungsbefragung 1999, Bekanntheit und Beurteilung von LEM und Fördermassnahmen, Preiserwartungen/-vorstellungen zu verschiedenen LEM-Typen: Berichtsband / Meier, E.; Simon, M.; BFE. – 07.2000 – 103 S. SFr. 40.00 Nr. 200092

Einsatz bimodaler Gütertransportsysteme:
Schlussbericht / Schneider, S.; BFE. – 08.2000 – 36 S. SFr. 20.00 Nr. 200109

Chaleur ambiante, Couplage chaleur-force

Abfall-Lösungsmittelbewirtschaftung in der chemischen Industrie:
Zwischenbericht / Jahn, C.; BFE. – 08.2000 – 50 S. SFr. 20.00 Nr. 200067

Pompe à Chaleur Haute Température, Phase 1: Solution avec compresseur à injection vapeur:
Rapport final / Brand, F.; Zehnder, M.; Favrat, D.; OFEN. – 06.2000 – 37 S. SFr. 20.00 Nr. 200090

Wärmepumpenprozess für die Heizungssanierung, Phase 1:
Lösung mit Economizer und Zwischendruckansaugung: Abstract / Zogg, M.; BFE. – 06.2000 – 2 S. SFr. – Nr. 200091

Charakteristiken von Vielzellen- und Scrollkompressoren, Etappe 1: Vielzellenkompressor EUROVANE 140: Zwischenbericht / Zingerli, A.; Ehrbar, M.; BFE. – 09.2000 – 43 S. SFr. 20.00 Nr. 200114

CO₂-effizienter Kalkschutz bei Solaranlagen: Physikalischer Kalkschutz: Hokusfokus oder Realität; Erfahrungen aus einem Forschungsprojekt /Frei, Ueli; Institut für Solartechnik der Hochschule Rapperswil. – 11.2000 – 6 S. SFr. – Nr. 200129

Korrosionsverhalten von wässrigen Glykol-Wärmeträgern für Solaranlagen bei Einsatz-Temperaturen von über 160 °C (Vorversuche):
Bericht / Werner, R.; Zöbeli, M.; BFE; Institut für Solartechnik der Hochschule Rapperswil; EMPA Dübendorf. – 10.2000 – 20 S. SFr. 15.00 Nr. 200130

Solar Combisystems in Austria, Denmark, Finland, France, Germany, Sweden, Switzerland, the Netherlands and the USA: IEA SHC-Task 26:
Overview 2000 / IEA. - 09.2000 - 42 S. SFr. 20.00 Nr. 200025

Ökobilanz und Energiesparpotential von muskelkraftverstärkenden Zweirädern am Beispiel des Elektrobikes FLYER/
Häuselmann, C.; Wolf, C.; Bundesamt für Energie; Wasser- und Energiewirtschaft des Kantons Bern; Kantonales Amt für Industrie, Gewerbe und Arbeit des Kantons Bern. – 01.2000 – 125 S. SFr. 50.00 Nr. 200116

Oxygenated Fuels for Particulate Emissions, Reduction in Heavy-Duty DI-Diesel Engines with Common-Rail Fuel Injection:
SAE technical paper series 2000-01-2885 / Bertola, Andrea; Boulouchos, Konstantinos; BFE; SAE. – 10.2000 – 13 S. SFr. 15.00 Nr. 200135

Kostengünstige Wärmepumpenheizung für Niedrigenergie-häuser: Grundlagen, Planungsvorgehen und Beispiele: Technisches Handbuch / Afjei, Thomas.; Bühring, Andreas.; Dürig, Markus.; Huber, Arthur.; Keller, Patrick.; Shafai, Esfandiar.; Widmer, Petra.; Zweifel, Gerhard.; BFE. – 10.2000 – 95 S. SFr. 40.00 Nr. 200126

Kleinwärmepumpe mit Ammoniak, Phase 2, Etappe 1:
Funktion: Zwischenbericht / Kopp, Th.; BFE. – 10.2000 – 51 S. SFr. 20.00 Nr. 200131

Geringere Abtauverluste bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, Phase 1: Detaillierte Analyse der heute üblichen Abtaumethoden: Abstrakt zu Schlussbericht 200133 / Hubacher, Beat; Ehrbar, Max; BFE. – 10.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200132

Verbesserung des Abtauens bei luftbeaufschlagten Verdampfern: Analyse gängiger Abtauverfahren: Schlussbericht / Hubacher, Beat; Ehrbar, Max; BFE. – 10.2000 – 156 S. SFr. 50.00 Nr. 200133

Biomasse

Co-Vergärung von biogenen Abfallstoffen in landwirtschaftlichen Biogasanlagen – Prozessverhalten und Dimensionierungsgrössen volldurchmischter Fermenter: Jahresbericht 1999 / Baserga, U.; BFE. – 01.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200041	Kompakt-Biogasanlage 1, 2+3: Zusammenfassung und Betriebsauswertung der Anlagen: J. Schmid; R. Grossenbacher; F. Grass; Böhni, Thomas.; BFE. – 05.2000 – 18 S. SFr. 15.00 Nr. 200120
Emissionsarme Brennkammer mit nachgeschaltetem Wasserwärmetauscher: Schlussbericht / Imbach, K.; BFE. – 08.2000 – 22 S. SFr. 15.00 Nr. 200073	Pflanzenöl als Treibstoff im VW Lupo: Erfahrungsbericht (Phase 3) / Böhni, Thomas.; BFE. – 05.2000 – 14 S. SFr. 15.00 Nr. 200121

Utilisation et distribution de l’électricité

Compresseur hydraulique-isothermique: Jahresbericht 1999 / BFE. – 01.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200043	Messungen an Reisezugwagen in Klimakammer Olten: Jahresbericht 1999 / Thomi, F.; BFE. – 01.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200055
Marktuntersuchungen für ein Prüfinstitut Antriebssysteme: Jahresbericht 1999 / Gloor, R.; BFE. – 12.1999 – 3 S. SFr. – Nr. 200051	Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz: Schlussbericht / Gloor, R.; BFE. – 07.2000 – 27 S. SFr. – Nr. 200082
Marktuntersuchung für ein Prüfinstitut Antriebssysteme: Schlussbericht / Gloor, R.; BFE. – 07.2000 – 23 S. SFr. – Nr. 200084	Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz: Zusammenfassung Schlussbericht / Gloor, R.; BFE. – 07.2000 – 5 S. SFr. – Nr. 200083
Marktuntersuchung für ein Prüfinstitut Antriebssysteme: Zusammenfassung Schlussbericht / Gloor, R.; BFE. – 07.2000 – 4 S. SFr. – Nr. 200085	

Energiesparen bei Reisezugwagen: Jahresbericht 1999 / Brunner, C.U.; BFE. – 12.1999 – 2 S. SFr. – Nr. 200054	
--	--

Bâtiments

Handbuch für kostengünstige Niedrigenergie- und Passivhäuser / Afjei, Th.; Huber, A.; BFE. – 09.2000 – 8 S. SFr. 15.00 Nr. 200098	Ventilation contrôlée à débit minimal dans un immeuble rénové: Rapport final / Keller, L.; Maillard, S.; Frosio, Y.; OFEN. – 07.2000 – 54 S. SFr. 25.00 Nr. 200101
Dimensionierung erdgekoppelter Kälte- und Wärme-erzeugungsanlagen mit dem Programm EWS: Bericht / Huber, A.; Widmer, P.; BFE. – 09.2000 – 6 S. SFr. 15.00 Nr. 200099	

Petits aménagements hydrauliques

Gemeinde Duvin, GR: Wasserversorgung Trinkwasser-Klein-kraftwerk: Schlussbericht / Schaer, W.; 11.1999 – 17 S. SFr. 15.00 Nr. 200070	Kleinwasserkraftwerk Seealp-Wassserauen: Variantenstudie für eine Erneuerung / ITECO Ingenieurunternehmung AG.; Energie- und Wasserversorgung Appenzell. – 02.2000 – 33 S. SFr. 20.00 Nr. 200074
KWK Mühlbach: Schlussbericht / Meier, E.; BFE. – 12.1999 – 10 S. SFr. 15.00 Nr. 200071	Kleinstwasserkraftwerke in der Schweiz: Zuwachs 1985 bis 1997: Presseauswertung und Umfrageergebnisse Kleinstwasserkraftwerke bis 300 Kilowatt: Schlussbericht Startphase / Bieri, F.; Leutwiler, H.; BFE. – 01.2000 – 38 S. SFr. 20.00 Nr. 200075
Internetauftritt PKWK Web Phase II & III: Schlussbericht / Widmer, R.; BFE. – 11.1999 – 170 S. SFr. 60.00 Nr. 200072	Wasserkraftwerk «Mühle» Derendingen: Schlussbericht / Messerli, M.; BFE; Energie 2000. – 06.2000 – 34 S. SFr. 20.00 Nr. 200104

Photovoltaïque

1-Megawatt-Solarkette der NOK: Feinmessungen und Analysen zur Beurteilung des Langzeitbetriebsverhaltens von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen: Normierte Daten 1999 / Roth, S.; PSEL; BFE. – 06.2000 – 70 S. SFr. 30.00 Nr. 200103	HORIZsolar: Entwicklung und Erarbeitung eines neuen und kostengünstigen Gerätes zur zeitgemässen und exakten Aufnahme des Horizontes: Schlussbericht / Meier, Christian.; Frei, Roland.; BFE. – 09.2000 – 25 S. SFr. 15.00 Nr. 200125
Sonnensegel Münsingen: Schlussbericht / Kormann, Stephan.; BFE. – 09.2000 – 15 S. SFr. 15.00 Nr. 200118	

Architecture solaire et éclairage naturel

Solarhaus Höhiblick Herisau: Schlussbericht / Dransfeld, Peter; BFE; Kanton AR. – 10.2000 – 63 S. SFr. 25.00 Nr. 200127	
---	--

Chaleur ambiante, Couplage chaleur-force

Grosswärmepumpen: Kostenermittlung und Marktsituation: Schlussbericht / Roth, S.; Montani, A.; Hinder, B.; BFE. – 08.2000 – 39 S. SFr. 20.00 Nr. 200069	Grundwasser-Wärmepumpenanlage Wohnüberbauung «Hus-rüti» in Münsingen/BE: Erfolgskontrolle und Umsetzung, Projekt-Nr. 14239: Schlussbericht / Kurz, M.; BFE. – 06.2000 – 13 S. SFr. 15.00 Nr. 200086
Le Vieux Manoir: Kältemaschinen als Wärmepumpen im Hotel-betrieb, DIS-Projekt 12515, 2. Messperiode: Schlussbericht / Huber, R.; BFE. – 06.2000 – 14 S. SFr. 15.00 Nr. 200078	Grundwasser-Wärmepumpenanlage Wohnüberbauung «Hus-rüti» in Münsingen/BE: Erfolgskontrolle und Umsetzung, Projekt-Nr. 14239: Zusammenfassung Schlussbericht / Kurz, M.; BFE. – 06.2000 – 2 S. SFr. – Nr. 200087
Le Vieux Manoir: Kältemaschinen als Wärmepumpen im Hotel-betrieb, DIS-Projekt 12515, 2. Messperiode: Zusammenfassung / Huber, R.; BFE. – 06.2000 – 3 S. SFr. – Nr. 200079	Oberstufenzentrum Remisberg Kreuzlingen: Qualitätsplanung – Betriebsoptimierung – Qualitätsprüfung – Wirtschaftlichkeit / Höltschi, M.; Zahn, R.; Mayer, H.; Gabathuler, H.R.; BFE. – 12.1999 – 35 S. SFr. 20.00 Nr. 200088
Centrale termica Morettina Locarno, Rapporto d’ercizio: Rapporto finale / Ceschi, A.; BFE. – 03.2000 – 30 S. SFr. 15.00 Nr. 200080	
Centrale termica Morettina Locarno, Rapporto d’ercizio: Zusammenfassung / Ceschi, A.; BFE. – 03.2000 – 2 S. SFr. – Nr. 200081	